

Bauphysikalische Untersuchungen
* ECA-Entwicklungsbauten
Braunschweig-Bremen-Hannover-
Krefeld-Lübeck.

Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung
der Technischen Hochschule Braunschweig

Direktor: o. Prof. Dr.-Ing. Th. Kristen

Schall- und wärmetechnische Untersuchungen
an den ECA-Entwicklungsbauten

Braunschweig - Bremen - Hannover - Krefeld - Lübeck

von

Th. Kristen, H. Brandt und W. Westhoff



August 1953

Der Bericht wurde erstattet in Ausführung eines Forschungsauftrages des Herrn Bundesministers für Wohnungsbau

DK 699.844+.86 : 001.5

Inhaltsübersicht

Seite

0.	Einleitung	1
0.1	Zweck und Ziel der Untersuchungen	1
0.2	Meßmethoden, Berechnungs- und Bewertungsgrundlagen	2

		Braunschweig	Bremen	Hannover	Krefeld	Lübeck
1.	Bauweise	4	33	54	80	109
2.	Bauart	5	34	55	81	110
3.	Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung	7	35	57	83	111
3.1	Decken	7	35	57	83	111
3.11	Wohnungstrenndecken	7	35	57	83	111
3.12	Kellerdecken	9	37	58	86	113
3.13	Dächer bzw. Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen	10	38	60	87	113
3.2	Wände	12	40	65	89	114
3.21	Wohnungstrennwände	12	40	65	89	114
3.22	Außenwände	13	41	67	92	116
3.23	Treppenhauswände	14	41	68	94	116
3.3	Sonderberechnungen bzw. -messungen	14	41	68	94	117
4.	Beurteilung	21	44	71	99	123
4.1	Luft- und Trittschall	21	44	71	99	123
4.11	Wohnungstrenndecken	21	44	71	99	123
4.12	Wohnungstrennwände	22	44	71	99	123
4.13	Allgemeines	22	45			
4.2	Wärmeschutz	23	45	71	99	124
4.21	Decken	23	45	71	99	124
4.22	Wände	23	45	72	100	124
4.23	Allgemeines	23	46	72	100	
4.3	Zusammenfassung	24	46	72	100	124
5.	Anlagen					
6.	Schlußfolgerung			136		
6.1	Schall			136		
6.2	Wärme			137		

O. Einleitung

O.1 Zweck und Ziel der Untersuchungen

Im Auftrage des Herrn Bundesministers für Wohnungsbau wurden durch das Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung an der Technischen Hochschule Braunschweig schall- und wärmetechnische Untersuchungen an den neu erstellten ECA-Entwicklungsbauten in den Städten Braunschweig, Bremen, Hannover, Krefeld und Lübeck durchgeführt. Um die Entwicklung neuartiger Lösungen zu ermöglichen, waren die eingereichten Vorschläge für die ECA-Bauten an die bestehenden baupolizeilichen Vorschriften nicht gebunden. Versuche mit unerprobten Bauarten, soweit sie ein nicht vertretbares Wagnis darstellten, waren aber nicht zugelassen. Der Ausführungsentwurf für diese Bauten war in technischer Beziehung überprüft. Ein aus deutschen und amerikanischen Fachleuten zusammengesetzter Bewertungsausschuß erteilte für die Bauausführung besondere Auflagen, die unter anderem die Qualitätsverbesserung der Schall- und Wärmeisolierung zum Ziele hatten.

Durch die Untersuchungen des Institutes sollte festgestellt werden, ob bei den ECA-Entwicklungsbauten ein ausreichender Schall- und Wärmeschutz vorhanden ist. Die Anforderungen bezüglich des Schallschutzes sowohl an Wänden als auch an Decken wurden mit Hilfe des Meßwagens des Institutes nachgeprüft, während die Anforderungen bezüglich des Wärmeschutzes für die verschiedenen Konstruktionen rechnerisch überprüft wurden.

Da zwischen Planung und Fertigstellung der Bauten sowohl die Konstruktionsart als auch die verwandten Baustoffe vielfach geändert wurden, waren neben den bauphysikalischen Messungen und Berechnungen auch bautechnische Aufnahmen der ausgeführten Konstruktionsarten notwendig.

An den Bauaufnahmen, Messungen und Berechnungen, sowie an der Abfassung dieses Berichtes waren beteiligt: Dipl.-Ing. G. Blunk, Dipl.-Phys. H.W. Müller, Bauing. D. Gassmann, Techniker R. Palazy.

0.2 Meßmethoden und Bewertungsgrundlagen

Die Messungen der Schalldämmung erfolgten nach den Bestimmungen der DIN 52210¹⁾ und DIN 52211²⁾.

Zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung wird für Messungen im Bau die Schalldämmzahl R' angegeben.

$$R' = L_S - L_E + 10 \log S/A \text{ in Dezibel (dB)}$$

Als Maß für die Trittschalldämmung wird der Norm-Trittschallpegel der Rohdecke L'_N angegeben.

$$L'_N = L + 10 \log A/10 \text{ in Dezibel (dB)}$$

Außerdem werden nach DIN 4110, Ausgabe 1938, die mittleren Schalldämmzahlen für 3 Frequenzbereiche und die Norm-Trittlautstärken T berechnet, um einen Vergleich mit älteren Meßergebnissen zu haben. Nach den früher gültigen Bestimmungen waren folgende mittlere Schalldämmzahlen zu fordern:

Im Frequenzbereich 100 - 550 Hz eine mittlere Schalldämmzahl von mindestens 42 dB,
im Frequenzbereich 550 - 3000 Hz eine mittlere Schalldämmzahl von mindestens 54 dB,
sowie
im Frequenzbereich 100 - 3000 Hz eine mittlere Schalldämmzahl von mindestens 48 dB.

Die Norm-Trittlautstärke T durfte nicht über 85 phon betragen.

Nach DIN 52211 wird gefordert: Der Schallschutz einer Wohnungstrenndecke oder einer Wohnungstrennwand ist als ausreichend anzusehen, wenn die mittlere Abweichung der 16 Meßpunkte von den Sollkurven im ungünstigen Sinne nicht mehr als 2 dB beträgt.

Darüberhinaus wird das Luftschall- und Trittschallschutzmaß nach DIN 52211 für Wände bzw. Decken angegeben. Bei gerade ausreichendem Schallschutz beträgt das entsprechende Schutzmaß 0 dB, bei günstigeren Konstruktionen werden die Werte positiv, bei ungünstigeren negativ.

1) DIN 52210: "Luftschalldämmung und Trittschallstärke, Bestimmung am Bauwerk und im Laboratorium". Ausgabe Juli 1952.

2) DIN 52211: "Schalldämmzahl und Norm-Trittschallpegel, Richtlinien für die einheitliche Mitteilung und die Bewertung von Meßergebnissen". Ausgabe Juni 1953.

Die Berechnung der Wärmedämmzahlen erfolgte nach DIN 4108³⁾. Die in der Vorschrift nicht angegebenen Wärmeleitzahlen wurden sinngemäß ergänzt.

Mit λ ist immer die Wärmeleitzahl (nach DIN 4108, 3.06) bezeichnet. Die Dimension ist

$$\frac{\text{kcal}}{\text{mh}^0}$$

Mit $D = \frac{1}{\Lambda}$ ist die Wärmedämmzahl (Wärmedurchlaßwiderstand) (nach DIN 4108, 3.08) bezeichnet. Die Dimension ist

$$\frac{\text{m}^2 \text{h}^0}{\text{kcal}}$$

Mit Λ ist die Wärmedurchlaßzahl (nach DIN 4108, 3.08) bezeichnet. Die Dimension ist

$$\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^0}$$

Die Bewertung erfolgte nach den in DIN 4108, Tafel 3 bzw. 4 vorgeschriebenen Wärmedurchlaßwiderständen D.

Den Beschreibungen der Bauteile wurden folgende Angaben zugrundegelegt:

1. H. Wandersleb und H. Schoßberger, "Neuer Wohnbau", Band I/Bauplanung, Otto Maier Verlag, Ravensburg.
2. Feststellungen auf Grund von Ortsbesichtigungen des Instituts für Baustoffkunde und Materialprüfung, Braunschweig.
3. Detailzeichnungen und Auskünfte der jeweiligen Architekten bzw. der mit der Ausführung der Arbeiten beauftragten Unternehmer.

Die Sonderberechnungen der Wärmedämmzahlen sollen nur zeigen, daß bei allen untersuchten ECA-Bauten ohne Schwierigkeiten solche Stellen gefunden werden können, die wärmetechnisch den nach DIN 4108 gestellten Anforderungen nicht genügen. Diese Stellen wurden bei Durchsicht der Bauzeichnungen ausgewählt.

³⁾ DIN 4108: "Wärmeschutz im Hochbau", Ausgabe Juli 1952

E C A - B a u t e n B r a u n s c h w e i g

1. Bauweisen

- 1.1 3 Blöcke 6-geschossige Laubenganghäuser mit
192 2-geschossigen Wohnungen (Typ A)
- 1.2 12 Blöcke 2-geschossige Einfamilienreihen-
häuser mit 93 Wohnungen (Typ B)

2. Bauart

Zahlentafel 1: Übersicht der Bauarten bei den ECA-Bauten in Braunschweig

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ	Fläche m ²	Fläche %
2.11	Wohnungstrenn- decke	Fertigbalkendecke nach DIN 4225, 16.112, Als Zwischenbauteile Füllkörper aus Naturbimsbeton. Unterseitig 15 mm dicker Kalkgipsmörtel. Als Belag 30 mm Zementestrich auf Mineralwollematten. (g = 270 kg/m ²)	A und B	9130	100
2.121	Kellerdecken	Rohdecke wie 2.11, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag auf 25 mm Porenbeton ("Elastizell") 20 mm Gußasphalt	A	5240	74,3
2.122		140 mm dicke Stahlbetonplatte, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag 25 mm Porenbeton ("Elastizell")	B	1816	25,7
				7056	100
2.131	Decken unter nicht ausgebauten	Rohdecke mit Deckenputz wie 2.11. Darauf als Ausgleichsschicht 15 mm Zementestrich	A	5450	62,2
2.132	Dachgeschossen	An Holzbindern Streckmetall mit aufgelegten Glaswollematten. Unterseitig ist mit Zementhaarkalkmörtel verputzt	B	3313	37,8
				8763	100
2.211	Wohnungstrennwände	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Hohlräume mit Beton vergossen, beiderseits je 15 mm Kalkmörtel	A	6811	72,4
2.212		Wand wie vor, Hohlräume mit Grubensand gefüllt	B	2599	27,6
				9410	100

Zahlentafel 1: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ	Fläche m ²	Fläche %
2.22	Außenwand	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Innen 15 mm, außen 20 mm dick mit Kalkmörtel verputzt	A	12409	18275 100
			B	5866	
2.23	Treppenhauswand	Wand wie 2.211	A	ca. 1100	100

3. Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung

3.1 Decken

3.11 Wohnungstrenndecke

Bei den ECA-Bauten in Braunschweig ist nur eine Art von Wohnungstrenndecken ausgeführt. Die untersuchte Decke ist eine Fertigbalkendecke nach DIN 4225^{x)}, 16.112. Der Achsabstand der 120 mm breiten, 40 mm hohen vorgespannten Balken beträgt 625 mm. Als Zwischenbauteile sind 200 mm dicke Füllkörper aus Natur-Bimsbeton eingebaut. Die Fugen oberhalb der Fertigbalken sind mit Beton (B 225) ausgegossen. Unterseitig ist 15 mm Kalkgipsmörtel aufgebracht. Als Fußbodenbelag ist 30 mm schwimmender Zementestrich auf Mineralwollematten ($g = 2000 \text{ g/m}^2$) verlegt (s. Anlage 4, Abb. 1).

Gesamtgewicht der Decke im eingebauten Zustand ca. 270 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 1).

Zahlentafel 2

Bauteil	Norm-Trittlautstärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Trittschallschutzmaß (dB)	Luftschallschutzmaß (dB)
		100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
1. Rohdecke (ohne Fußbodenbelag)	105	43	52	48	- 24	0
2. Fertigdecke	88	45	54	50	- 6	+ 1

x) DIN 4225 "Fertigbauteile aus Stahlbeton"
Richtlinien für Herstellung und Anwendung.
Ausgabe Februar 1951.

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 3
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda n} = \frac{1}{\lambda_n}$ m²h°/kcal	λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Bimsbetonstein	0,20	0,48	0,417	2,4	4,8	11,52
B-B	Bimsbetonstein Luft	0,07 0,13	0,48 -	0,146 0,19 <u>0,336</u>	2,98	43,2	114,8
C-C	Bimsbetonstein Luft Ortbeton	0,08 0,085 0,035	0,48 - 1,75	0,167 0,19 0,02 <u>0,377</u>	2,66	22,4	59,6
D-D	Bimsbetonstein Ortbeton	0,12 0,08	0,48 1,75	0,25 0,046 <u>0,296</u>	3,38	10,4	35,2
E-E	Ortbeton und Betonbalken	0,20	1,75	0,114	8,78	19,2	168,5

$$\sum \lambda_n \cdot F_n = 389,62$$

$$\lambda_m = \frac{\sum \lambda_n \cdot F_n}{100} = 3,90 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\lambda_m} = \underline{\underline{0,256 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Zementestrich, 30 mm, $\lambda = 1,20 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Mineralwolle matze, 20 mm, $\lambda = 0,075 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Kalkgipsmörtel, 15 mm, $\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$

$$D = \frac{0,03}{1,20} + \frac{0,02}{0,075} + \frac{0,015}{0,60} + D_{\text{Rohdecke}} = 0,316 + 0,256$$

$$= D = \underline{\underline{0,572 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die erforderliche Wärmedämmzahl beträgt

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 104% des Sollwertes.

3.12 Kellerdecken

3.121 Die Rohdecke ist unter 3.11 beschrieben. Als Deckenputz ist Kalkschlämme aufgebracht. Als Fußbodenbelag liegt auf 25 mm dickem Porenbeton ("Elastizell") eine 20 mm dicke Gußasphaltschicht.

Wärmeberechnung:

$$D_{\text{Rohdecke}} = 0,256 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal} \text{ (s. 3.11)}$$

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

$$\text{Gußasphalt, 20 mm,} \quad \lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$$

$$\text{Porenbeton "Elastizell", 25 mm,} \quad \lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = D_{\text{Rohdecke}} + \frac{0,02}{0,60} + \frac{0,025}{0,25} = \underline{\underline{0,389 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 52% des Sollwertes.

3.122 Die Rohdecke ist eine 140 mm dicke Stahlbetonplatte nach DIN 1045^{x)} mit kreuz-weiser Bewehrung (B Stg). Unterseitig ist Kalkschlämme aufgebracht. Als Fußbodenbelag ist ein 25 mm dicker Porenbeton-Estrich ("Elastizell") verlegt.

Das Flächengewicht beträgt ca. 380 kg/m².

x) DIN 1045 "Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Stahlbeton"

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Beton, 140 mm, $\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Porenbeton-Estrich ("Elastizell"),
25 mm, $\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,14}{1,75} + \frac{0,025}{0,25} = \underline{\underline{0,18 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 24% des Sollwertes.

3.13 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

3.131 Die Rohdecke mit der Deckenputzschicht ist unter 3.11 beschrieben. Als Ausgleichsschicht sind 15 mm Zementestrich aufgebracht.

Wärmeberechnung:

$$D_{\text{Rohdecke}} = 0,256 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal} \text{ (s. 3.11)}$$

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Zementestrich, 15 mm, $\lambda = 1,20 \text{ kcal/mh}^\circ$

Kalkmörtel, 15 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = D_{\text{Rohdecke}} + \frac{0,015}{1,20} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,289 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 53% des Sollwertes.

3.132 Die Dachkonstruktion ist als Holzbinder ausgeführt, an denen mit Deckenhölzern und Zangen die untersuchte Decke aufgehängt ist. Sie besteht aus Streckmetall, auf dem ca. 20 mm dicke Glaswolleplatten ($g = 1500 \text{ g/m}^2$) verlegt sind. Unterseitig ist mit verlängertem Zementhaarkalkmörtel verputzt (s. Abb. 3)

Wärmeberechnung:

Anteil der Hölzer: 5%

Anteil der Felder: 95%

Berechnung auf 0,95 m Breite und 1,00 m Länge

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Streckmetall mit Putz, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Glaswolle, 20 mm,	$\lambda = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ$
Hölzer, 20 mm (nur in Höhe der Glaswolle berechnet),	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnen sich die Wärmedämmzahlen

a) für die Hölzer:

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,02}{0,12} = 0,19 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}; \quad \Lambda = 5,26 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

b) für die Felder:

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,02}{0,035} = 0,59 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}; \quad \Lambda = 1,7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

Im Mittel:

$$\Lambda_m = 5,26 \cdot 0,05 + 1,7 \cdot 0,95 = 1,88$$

$$D = \frac{1}{\Lambda_m} = \frac{0,522 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}{1,88}$$

$$D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 95% des Sollwertes.

3.2 Wände

3.21 Wohnungstrennwände

3.211 Die untersuchte Wand ist aus 25 mm dicken Hochlochziegeln ("SB-Steine") gemauert. Die Hohlräume sind mit Beton vergossen. Beiderseits ist je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Flächengewichte:

Hochlochziegelwand, 250 mm dick,	ca. 288 kg/m ²
beidseitig je 15 mm Kalkmörtel,	ca. 50 kg/m ²
Beton zum Verguß der Hohlräume,	ca. 6 kg/m ²
	ca. 344 kg/m ²

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 4 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 2).

Zahlentafel 4

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
41	50	46	- 1

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Hochlochziegel, 250 mm (Hohlräume mit

Beton vergossen), $\rho = 1150 \text{ kg/m}^3$,

$$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkmörtel, 30 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,03}{0,75} = 0,50 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmung beträgt also 200% des Sollwertes.

3.212 Die untersuchte Wand ist aus 25 mm dicken Hochlochziegeln ("SB-Steine") gemauert. Die Hohlräume sind mit Grubensand gefüllt. Beiderseits ist je 15 mm Kalkmörtel als Wandputz aufgebracht.

Flächengewichte:

Hochlochziegelwand, 250 mm dick,	ca. 288 kg/m ²
beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	ca. 50 kg/m ²
Grubensand zum Auffüllen der Hohlräume	ca. 4 kg/m ²
	ca. 342 kg/m ²

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 5 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 2).

Zahlentafel 5

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
41	50	46	- 1

Wärmeberechnung:

Es ergeben sich die gleichen Werte wie unter 3.211.

3.22 Außenwände

Alle Außenwände sind gleich ausgeführt. Das Mauerwerk aus 250 mm dicken Hochlochziegeln ("SB-Steine") ist innen mit 15 mm dickem, außen mit 20 mm dickem Kalkmörtel verputzt.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Hochlochziegel, 250 mm, $R = 1100 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 0,41 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 35 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,41} + \frac{0,035}{0,75} = \underline{\underline{0,657 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 119% des Sollwertes.

3.23 Treppenhauswände

Alle Treppenhauswände sind gleich ausgeführt. Die Konstruktion ist unter 3.211 beschrieben. Die Wärmeberechnung ist die gleiche wie unter 3.211.

3.3 Sonderberechnungen bzw. -messungen

3.31 Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz des Kinderzimmers (s. Abb. 4, Schnitt F-F).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 20 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 180 mm, $\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,035}{0,75} + \frac{0,18}{1,75} = \underline{\underline{0,150 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 27% des Sollwertes.

3.32 Vertikaler Schnitt durch den Randbalken zwischen Laubengang und Kinderzimmer (s. Abb. 4, Schnitt G-G).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Gußasphalt, 20 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 180 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,18}{1,75} + \frac{0,02}{0,60} = \underline{\underline{0,156 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 28% des Sollwertes.

3.33 Vertikaler Schnitt durch die untere Laubengangdecke (s. Abb. 4, Schnitt H-H).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Gußasphalt, 20 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$
Bimsbeton, $R = 1000 \text{ kg/m}^3$, 80 mm,	$\lambda = 0,30 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 100 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,10}{1,75} + \frac{0,08}{0,30} + \frac{0,02}{0,60} = \underline{\underline{0,376 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 68% des Sollwertes.

3.34 Vertikaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken, der den inneren Abschluß der unteren Laubengangdecke bildet und als Tragkonstruktion für die darauf ruhende Wand dient (s. Abb. 4, Schnitt J-J).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 200 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,030}{0,75} + \frac{0,20}{1,75} = \underline{\underline{0,150 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 27% des Sollwertes.

3.35 Horizontaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken, der den äußeren Abschluß der oberen Laubengangdecke bildet (s. Abb. 4, Schnitt K-K).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 250 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Hochlochziegel, ca. 40 mm,	$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{0,035}{0,75} + \frac{0,25}{1,75} + \frac{0,04}{0,45} = \underline{\underline{0,279 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 51% des Sollwertes.

3.36 Vertikaler Schnitt unmittelbar am Auflager der oberen Laubengangdecke (s. Abb. 4, Schnitt L-L).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Porenbeton ("Elastizell"), 20 mm,	$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$
Bimsbeton, 20 mm,	$\lambda = 0,30 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatte ("Heraklith"), 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton, 200 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,020}{0,25} + \frac{0,020}{0,30} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,200}{1,75} + \frac{0,015}{0,75}$$

$$= 0,593 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

$$D_{\text{erf}} = 1,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 46% des Sollwertes.

3.37 Vertikaler Schnitt durch die obere Laubengangdecke (s. Abb. 4, Schnitt M-M).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Porenbeton ("Elastizell"), 20 mm,	$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$
Bimsbeton, 20 mm,	$\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatte ("Heraklith"), 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Bimsbeton, 70 mm,	$\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Luft, 130 mm,	$\frac{1}{\lambda} = 0,24 \text{ mh}^\circ/\text{koal}$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,020}{0,25} + \frac{0,020}{0,48} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,070}{0,48} + 0,24 + \frac{0,015}{0,75}$$
$$= 0,839 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$
$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 1,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 63% des Sollwertes.

3.38 Horizontaler Schnitt durch die Betonkragplatte am Auflager (s. Abb. 5, Schnitt N-N)

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 15 mm	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), ca. 260 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,75} + \frac{0,260}{1,75} = 0,168 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$
$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 31% des Sollwertes.

3.39 Schräger Schnitt durch die Balkonplatte (s. Abb. 5, Schnitt O-O).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Gußasphalt, 20 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton (B 225), 220 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{0,020}{0,60} + \frac{0,220}{1,75} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,177 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 33% des Sollwertes.

3.310 Horizontaler Schnitt durch die Fensterbrüstung zwischen Balkon und Wohnzimmer (s. Abb. 5, Schnitt P-P).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Leichtbeton-Vollsteine, 240mm, $\lambda = 0,55 \text{ kcal/mh}^\circ$

Kalkmörtel, innen 15 mm, außen 20 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Luftschicht, 30 mm, $\frac{1}{\lambda} = 0,197 \text{ mh}^\circ/\text{kcal}$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{0,035}{0,75} + \frac{0,24}{0,55} + 0,197 = \underline{\underline{0,684 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 124% des Sollwertes.

3.311 Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz (s. Abb. 2, Schnitt Q-Q).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Beton, 250 mm, $\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Kalkmörtel, innen 15 mm, außen 20 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,250}{1,75} + \frac{0,035}{0,75} = \underline{\underline{0,19 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 35% des Sollwertes.

3.312 Die unter 3.11 beschriebene Rohdecke, unterseitig mit 15 mm Kalkgipsmörtel verputzt, wurde als Zwischendecke verlegt. Als Fußbodenbelag ist 25 mm dicker Porenbeton ("Elastizell") aufgebracht. An Zwischendecken werden keine schalltechnischen Forderungen gestellt. Die Auswertung der Messung erfolgte nach der Sollkurve für Wohnungstrenndecken (DIN 52211, Ausgabe Juni 1953).

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 6 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 3).

Zahlentafel 6

Norm- Tritt- laut- stärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Tritt- schallschutzmaß (dB)	Luft- schallschutzmaß (dB)
	100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
103	44	53	49	- 22	+ 2

4. Beurteilung

4.1 Luft- und Trittschall

4.11 Wohnungstrenndecken

Schalltechnische Anforderungen nach DIN 52211 werden nur an die Wohnungstrenndecken im Bautyp A gestellt, nicht aber an die Decken zwischen Schlafgeschoß und Wohngeschoß jeder Wohneinheit des Bautyps A und B, die als Zwischendecken zu werten sind.

Sämtliche in der ECA-Siedlung Braunschweig eingebauten Wohnungstrenndecken bieten als Rohdecken keinen ausreichenden Trittschallschutz, während ihre Luftschalldämmung ausreicht (Trittschallschutzmaß -24 dB, Luftschallschutzmaß ± 0 dB). Der auf den Decken verlegte Fußbodenbelag verbessert das Trittschallschutzmaß gegenüber der Rohdecke um 18 dB und reicht damit schalltechnisch nicht aus. Bei der Messung konnte festgestellt werden, daß die Zementestriche in allen Räumen Wandanschluß besitzen. Ohne diese Randverbindung wäre der Trittschallschutz der wohnfertigen Decken günstiger und würde erfahrungsgemäß schalltechnisch ausreichen.

Bei den zweigeschossigen Reihenhäusern (Bautyp B) ist eine 140 mm dicke Stahlbetonplatte als Zwischendecke eingebaut, bei dem Bautyp A eine schalltechnisch ungünstigere Fertigbalkendecke. Um einen ausreichenden Trittschallschutz zu erzielen, erfordern die Isolierungsmaßnahmen bei einer Stahlbetonplatte einen geringeren Aufwand als bei der ausgeführten Fertigbalkendecke. Schalltechnische Forderungen werden bei diesen innerhalb einer Wohnung eingebauten Zwischendecken jedoch nicht gestellt. Der auf allen Zwischendecken der Bautypen A und B verlegte Fußbodenbelag aus Porenbeton ("Elastizell") bewirkt nur eine geringe Trittschallminderung.

4.12 Wohnungstrennwände

Die Wohnungstrennwände bieten keinen ausreichenden Luftschallschutz.

Eine unterschiedliche Luftschalldämmung von Wänden, bei denen die Grifflöcher der Hochlochziegel mit Sand ausgefüllt sind, gegenüber solchen, bei denen diese Hohlräume mit Beton ausgegossen sind, konnte in keinem Falle festgestellt werden. Die geringen Gewichte der Sandfüllung (4 kg/m^2 Wandfläche) und der Betonfüllung (6 kg/m^2) lassen auch keine feststellbaren schalltechnischen Vorteile erwarten.

4.13 Allgemeines

Beim Haustyp A verläuft der Laubengang zum Teil über den Schlafräumen der Wohnungen. Aus Abb. 4 ist der Abschluß des Schlafgeschosses gegen den Laubengang ersichtlich, der von unten nach oben gesehen aus einer Putzschicht, 100 mm dicker Stahlbetonplatte, 80 mm Bimsbeton, 20 mm Hartgußasphalt gebildet wird. Der Schallschutz dieser Konstruktion ist nicht ausreichend, so daß die Bewohner in den unter dem Laubengang gelegenen Schlafräumen stets von Gehgeräuschen belästigt werden, zumal von einem Laubengang aus stets 8 oder 14 Wohnungen erreichbar sind.

Die Ausbildung des Daches bei den Einfamilien-Reihenhäusern gibt zu schalltechnischen Bedenken Anlaß. Auf das aus Asbestzement-Wellplatten bestehende Dach fallender Regen ist als verhältnismäßig lautes Klopfg Geräusch zu hören. Die Trennwände zwischen den Reihenhäusern sind nur bis zur Deckenhöhe des oberen Geschosses hochgezogen, wodurch sich ein Nebenweg für die Schallübertragung über den Dachraum ergibt, dessen Schalldämmung nur durch die Streckmetall-Putzdecken über beiden Räumen gegeben ist. Die Mineralwolleschicht auf diesen Putzdecken vergrößert die Schalldämmung kaum. Bei auftretenden Putzrissen wird dieser Nebenweg eine bedeutende Verminderung der Schalldämmung zwischen den Räumen des oberen Geschosses der angrenzenden Häuser zur Folge haben, evtl. wird sogar eine Schallübertragung über mehrere Hauseinheiten hinweg möglich sein.

Beim gleichen Haustyp grenzen stets die Küchen zweier benachbarter Wohnungen an eine gemeinsame Wohnungstrennwand, die in ihrer Luftschalldämmung den Anforderungen nicht genügt. Der Abzug des beiderseits an der Trennwand befestigten Gas-Boilers führt in einen gemeinsamen Schornstein. Dadurch ist ein ideales "Haustelefon" verwirklicht, so daß eine normale Unterhaltung von Küche zu Küche geführt werden kann.

4.2 Wärmeschutz

4.21 Decken

Alle Wohnungstrenndecken sind wärmetechnisch gut ausgeführt. Die bei den Kellerdecken geforderten Wärmedämmwerte werden nicht erreicht.

4.22 Wände

Die aus Hohlblocksteinen gemauerten Wände sind wärmetechnisch besonders gute Konstruktionen.

4.23 Allgemeines

Der Wärmeschutz der Außenwände wird allerdings dadurch vermindert, daß z.B. die Außenwände der Reihenhäuser in dem im Erdgeschoß liegenden Wohnraum zu etwa 65 bzw. 55% aus Tür- und Fensterflächen bestehen. Der langgestreckte, durch die gesamte Haustiefe gehende Wohnraum wird sich durch den vor der Treppewand stehenden Ofen kaum gleichmäßig beheizen lassen. Da die aus dem Wohnraum nach oben führende Treppe nicht durch eine Tür abgeschlossen ist, treten durch die nach oben abströmende Warmluft Wärmeverluste für den Wohnraum auf. Die Wärmedämmung gegen den Keller besteht an der Treppe nur aus einer 12 mm dicken Weichfaserplatte und ist somit bei weitem nicht ausreichend. Durch Fugen und Löcher in diesen Weichfaserplatten wird eine Luftumwälzung zwischen warmer Wohnraumluft und kalter Kellerluft ermöglicht.

Es ließen sich außerdem ohne Schwierigkeiten viele Stellen finden, die als Wärmebrücken den nach DIN 4108 gestellten Forderungen nicht genügen, wie aus den Berechnungen auf den Seiten 14 bis 20 hervorgeht.

4.3 Zusammenfassung

Die Werte für die Schall- und Wärmedämmung sind in den Zahlentafeln 7 - 10 zusammengestellt. Die in den Tafeln angegebenen laufenden Nummern der Bauteile beziehen sich auf die Beschreibung, Abschnitt 3.

Die in Zahlentafel 7 angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Insgesamt wurden bei den ECA-Bauten in Braunschweig 15 Luft- und 9 Trittschallmessungen durchgeführt.

In Zahlentafel 8 sind die Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall graphisch aufgetragen.

Zahlentafel 9 gibt eine Gegenüberstellung der berechneten und geforderten Wärmedämmwerte.

In Zahlentafel 10 sind die vorhandenen Wärmewärmwerte mit den geforderten Werten verglichen und graphisch dargestellt. Dabei ist die jeweilige geforderte Wärmedämmzahl $D_{\text{erf}} = 100\%$ gesetzt; Werte unter 100% genügen nicht den in DIN 4108 gestellten Anforderungen.

In den Schaubildern (Tafel 11 und 12) ist dargestellt, wieviel Prozent der vorhandenen Bauteile schall- bzw. wärmetechnisch gut oder schlecht ausgebildet sind.

Zahlentafel 7: Schallmeßergebnisse

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm- tritt- laut- stärke	Mittlere Schalldämm- zahl (dB)			Tritt- schallschutzmaß (dB)	Luft- schallschutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.11	Fertigbalkendecke nach DIN 4225, 16.112. Als Zwischenbauteile Füllkörper aus Natur-Bimsbeton. Unterseitig 15 mm dicker Kalkgipsmörtel	105	43	52	48	- 24	0
	Rohdecke wie vor. Als Fußbodenbelag 30 mm Zementestrich auf Mineralwollematten ($g = 270 \text{ kg/m}^2$)	88	45	54	50	- 6	+ 1
3.211	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Hohlräume mit Beton vergossen. Beiderseits je 15 mm Kalkmörtel	-	41	50	46	-	- 1
3.212	Wand wie vor. Hohlräume mit Grubensand gefüllt	-	41	50	46	-	- 1
3.312	Rohdecke wie 3.11. Als Fußbodenbelag 25 mm Porenbeton-Estrich ("Elastizell")	103	44	53	49	- 22	+ 2

Zahlentafel 8: Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutz- maße in dB	für Luftschall		für Trittschall						
			schlecht		gut						
			-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
3.11	Fertigbalkendecke nach DIN 4225, 16.112. Als Zwischenbauteile Füllkörper aus Natur-Bimsbeton. Unterseitig 15 mm dicker Kalkgipsmörtel										
	Rohdecke wie vor. Als Fußbodenbelag 30 mm Zementestrich auf Mineralwollematten ($g = 270 \text{ kg/m}^2$)										
3.211	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Hohlräume mit Beton vergossen. Beiderseits je 15 mm Kalkmörtel										
3.212	Wand wie vor. Hohlräume mit Grubensand gefüllt										
3.312	Rohdecke wie 3.11. Als Fußbodenbelag 25 mm Porenbeton-Estrich ("Elastizell")										

Zahlentafel 9: Berechnete und geforderte Wärmedämmwerte

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($m^2h^0/kcal$)	
			$D_{\text{berechnet}}$	$D_{\text{erforderlich}}$
3.11	Wohnungs-trenn-decke	Fertigbalkendecke nach DIN 4225, 16.112. Als Zwischenbauteile Füllkörper aus Naturbimsbeton. Unterseitig 15 mm dicker Kalkgipsmörtel. Als Belag 30 mm Zementestrich auf Mineralwollematten. ($g = 270 \text{ kg/m}^2$)	0,572	0,55
3.121	Kellerdecken	Rohdecke wie 2.11, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag auf 25 mm Porenbeton ("Elastizell") 20 mm Gußasphalt	0,389	0,75
3.122		140 mm dicke Stahlbetonplatte, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag 25 mm Porenbeton ("Elastizell")	0,180	0,75
3.131	Decken unter nicht ausgebauten	Rohdecke mit Deckenputz wie 2.11. Darauf als Ausgleichsschicht 15 mm Zementestrich	0,289	0,55
3.132	Dachgeschoss	An Holzbindern Streckmetall mit aufgelegten Glaswollematten. Unterseitig ist mit Zementhaarkalkmörtel verputzt	0,522	0,55
3.211	Wohnungstrennwände	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Hohlräume mit Beton vergossen, beiderseits je 15 mm Kalkmörtel	0,60	0,30
3.212		Wand wie vor, Hohlräume mit Grubensand gefüllt	0,60	0,30
3.22	Außenwand	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Innen 15 mm, außen 20 mm dick mit Kalkmörtel verputzt	0,657	0,55
3.23	Treppehauswand	Wand wie 3.211	0,60	0,30

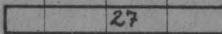
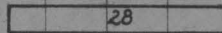
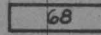
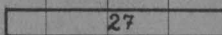
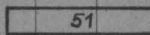
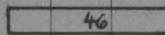
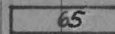
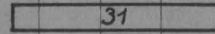
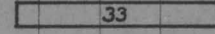

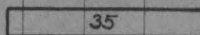
Zahlentafel 9: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($m^2h^0/kcal$)	
			$D_{berechnet}$	$D_{erforderlich}$
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 4, Schnitt F-F. Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz	0,150	0,55
3.32		s. Abb. 4, Schnitt G-G. Vertikaler Schnitt durch den Randbalken	0,156	0,55
3.33		s. Abb. 4, Schnitt H-H. Vertikaler Schnitt durch die untere Laubengangdecke	0,376	0,55
3.34		s. Abb. 4, Schnitt J-J. Vertikaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken	0,150	0,55
3.35		s. Abb. 4, Schnitt K-K. Horizontaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken	0,279	0,55
3.36		s. Abb. 4, Schnitt L-L. Vertikaler Schnitt durch die obere Laubengangdecke	0,593	1,30
3.37		s. Abb. 4, Schnitt M-M. Vertikaler Schnitt durch die obere Laubengangdecke	0,839	1,30
3.38		s. Abb. 5, Schnitt N-N. Horizontaler Schnitt durch die Betonkragplatte	0,168	0,55
3.39		s. Abb. 5, Schnitt O-O. Schräger Schnitt durch die Balkonplatte	0,177	0,55
3.310		s. Abb. 5, Schnitt P-P. Horizontaler Schnitt durch die Fensterbrüstung	0,684	0,55
3.311		s. Abb. 2, Schnitt Q-Q. Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz	0,19	0,55

Zahlentafel 10: Übersicht des rechnerisch ermittelten Wärmeschutzes.

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Delta}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← ————— → gut					
			40	80	120	160		
3.11	Wohnungstrenn- decke	Fertigbalkendecke nach DIN 4225, 16.112. Als Zwischenbauteile Füllkörper aus Naturbimsbeton. Unterseitig 15 mm dicker Kalkgipsmörtel. Als Belag 30 mm Zementestrich auf Mineralwollematten. ($g = 270 \text{ kg/m}^2$)				104		
3.121	Kellerdecken	Rohdecke wie 2.11, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag auf 25 mm Porenbeton ("Elastizell") 20 mm Gußasphalt			52			
3.122		140 mm dicke Stahlbetonplatte, unterseitig Kalkschlämme. Als Belag 25 mm Porenbeton ("Elastizell")			24			
3.131	Decken unter nicht ausgebauten	Rohdecke mit Deckenputz wie 2.11. Darauf als Ausgleichsschicht 15 mm Zementestrich			53			
3.132	Dachgeschoss-	An Holzbindern Streckmetall mit aufgelegten Glaswollematten. Unterseitig ist mit Zementhaarkalkmörtel verputzt			95			
3.211	Wohnungstrennwände	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Hohlräume mit Beton vergossen, beiderseits je 15 mm Kalkmörtel					200	
3.212		Wand wie vor, Hohlräume mit Grubensand gefüllt					200	
3.22	Außenwand	25 mm dicke Hochlochziegelwand. Innen 15 mm, außen 20 mm dick mit Kalkmörtel verputzt				119		
3.23	Treppenhauswand	Wand wie 3.211					200	

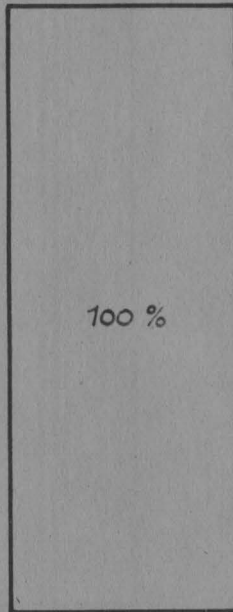
Zahlentafel 10: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← 0 → gut				
			40	80	120	160	
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 4, Schnitt F-F. Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz					
3.32		s. Abb. 4, Schnitt G-G. Vertikaler Schnitt durch den Randbalken					
3.33		s. Abb. 4, Schnitt H-H. Vertikaler Schnitt durch die untere Laubengangdecke					
3.34		s. Abb. 4, Schnitt J-J. Vertikaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken					
3.35		s. Abb. 4, Schnitt K-K. Horizontaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken					
3.36		s. Abb. 4, Schnitt L-L. Vertikaler Schnitt durch die obere Laubengangdecke					
3.37		s. Abb. 4, Schnitt M-M. Vertikaler Schnitt durch die obere Laubengangdecke					
3.38		s. Abb. 5, Schnitt N-N. Horizontaler Schnitt durch die Betonkragplatte					
3.39		s. Abb. 5, Schnitt O-O. Schräger Schnitt durch die Balkonplatte					
3.310		s. Abb. 5, Schnitt P-P. Horizontaler Schnitt durch die Fensterbrüstung					
3.311		s. Abb. 2, Schnitt Q-Q. Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz					

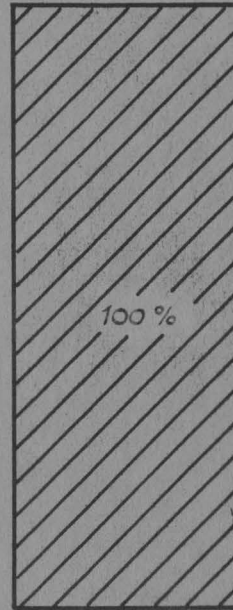
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Braunschweig in schalltechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

Luftschall:



Wohnungstrenndecken



Wohnungstrennwände

Trittschall:

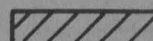
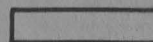


Wohnungstrenndecken

Schalltechnisch

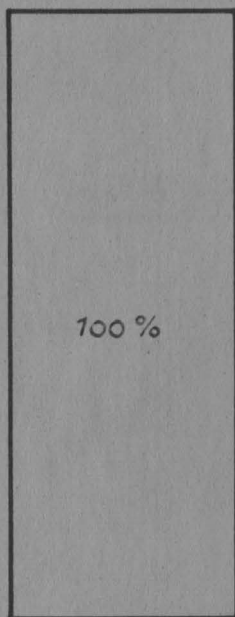
gut

schlecht

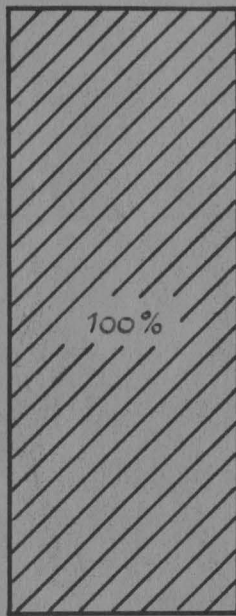


Die Bauausführung der ECA-Bauten in Braunschweig in wärmetechnischer Hinsicht

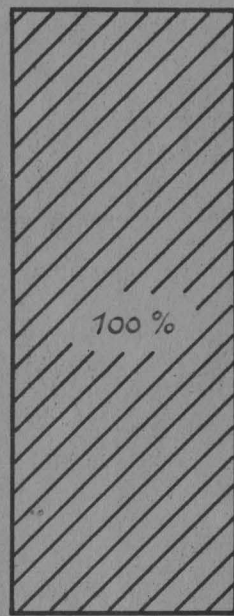
(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100% gesetzt)



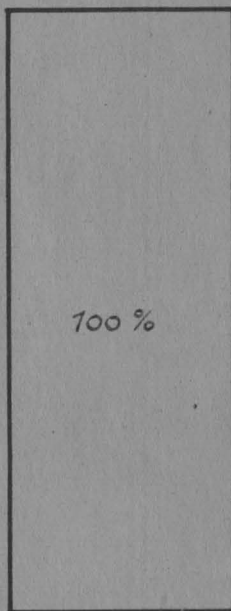
Wohnungstrenn-
decken



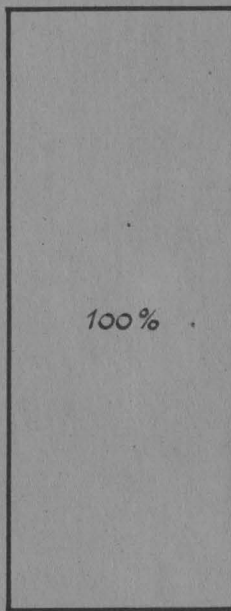
Kellerdecken



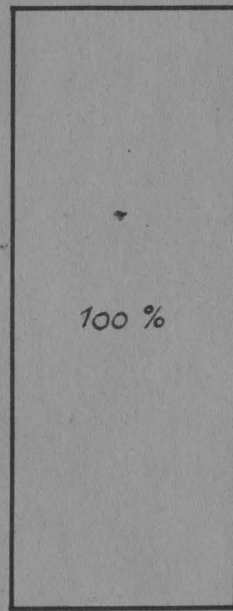
Decken unter nicht aus-
gebauten Dachgeschossen



Wohnungstrennwände

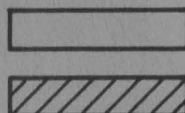


Außenwände



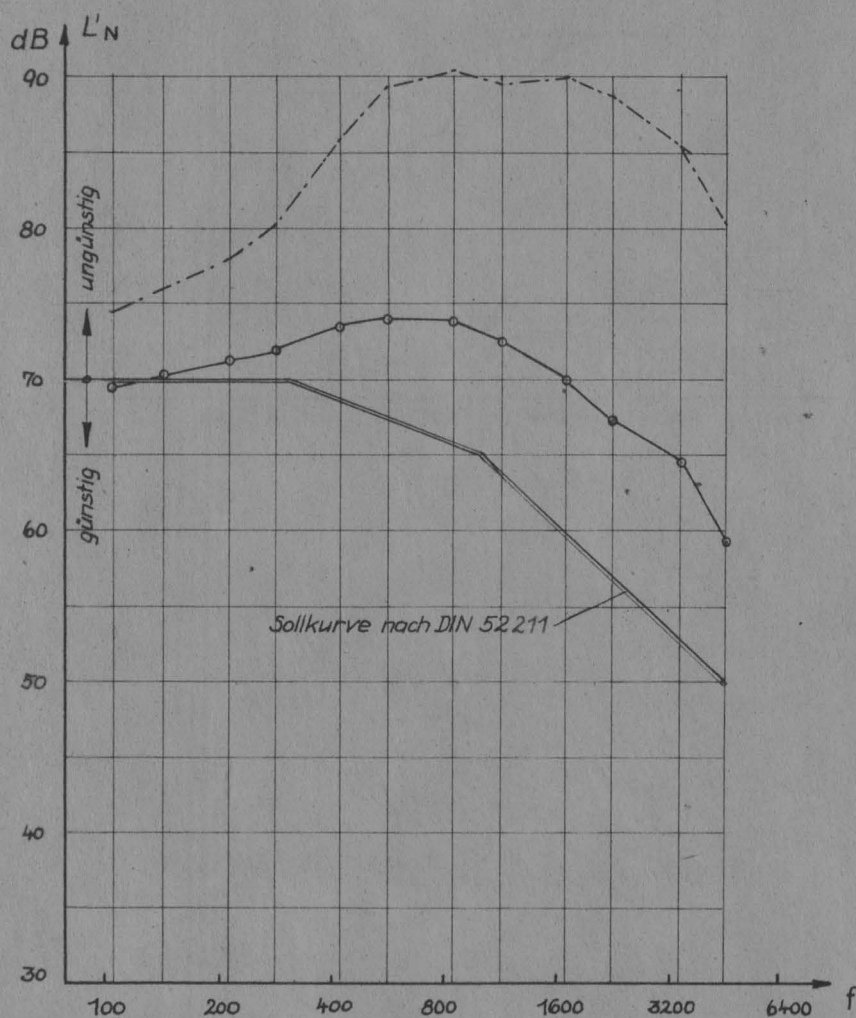
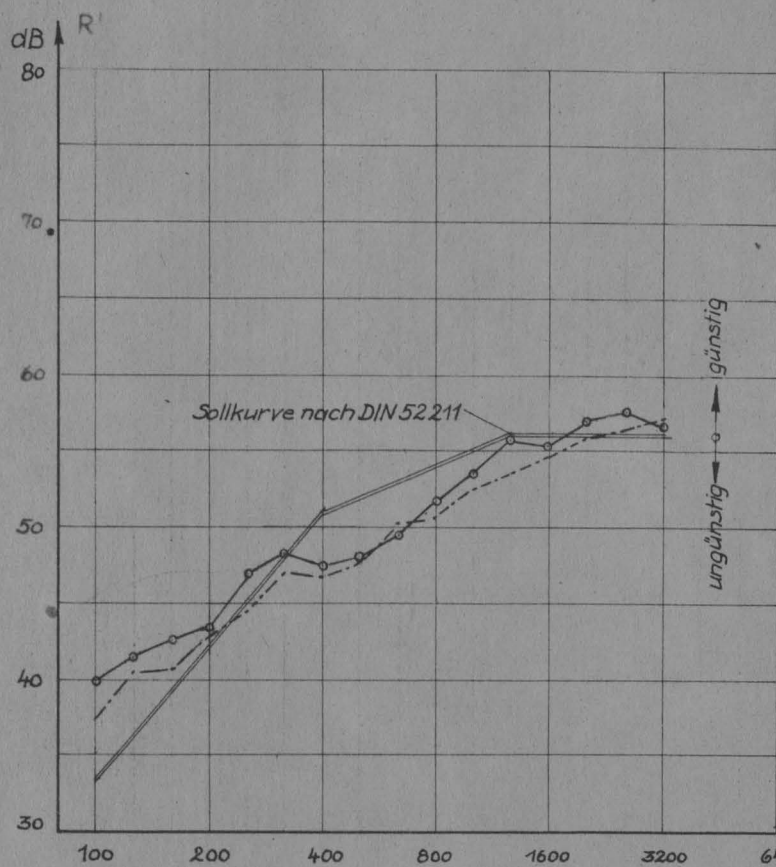
Treppenhauswände

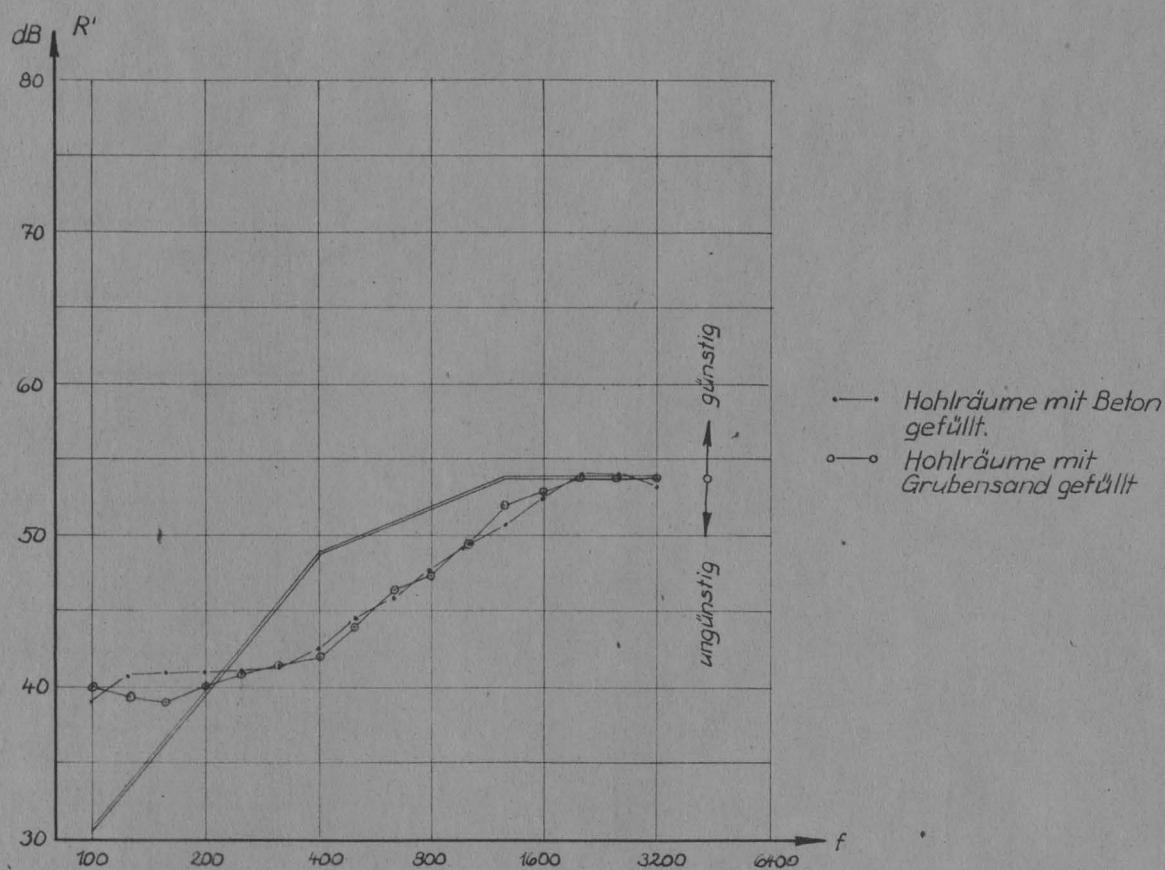
Wärmetechnisch
gut
schlecht

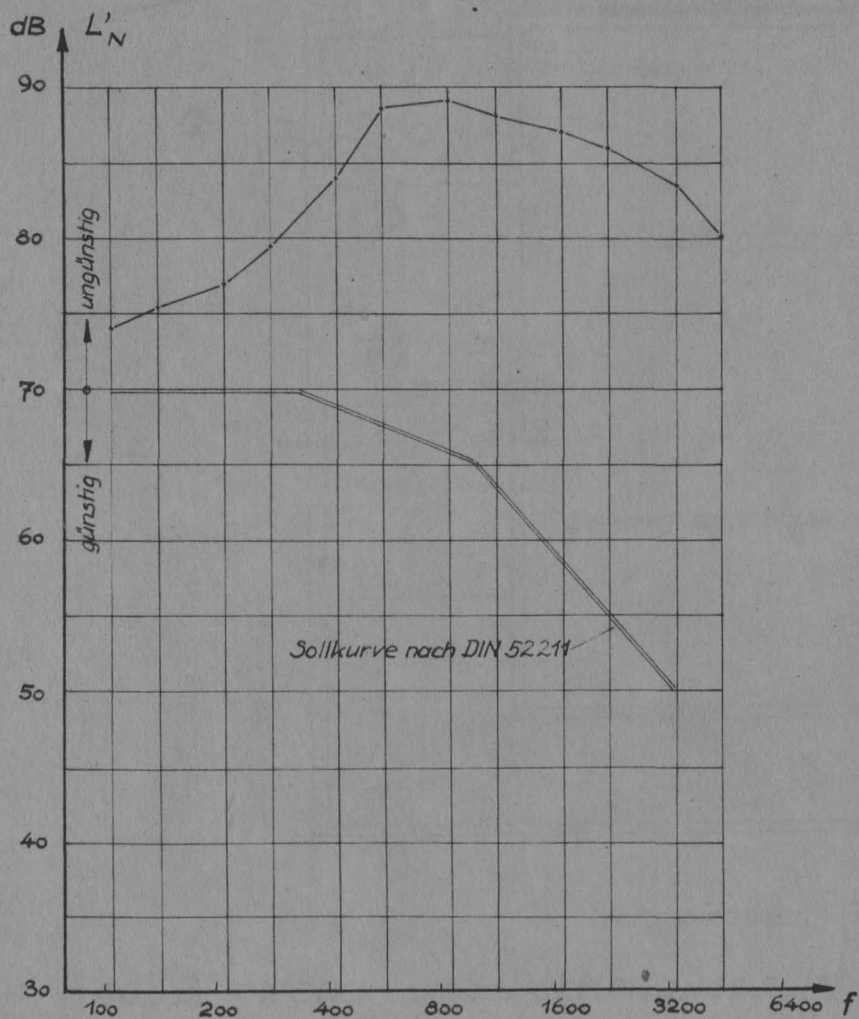
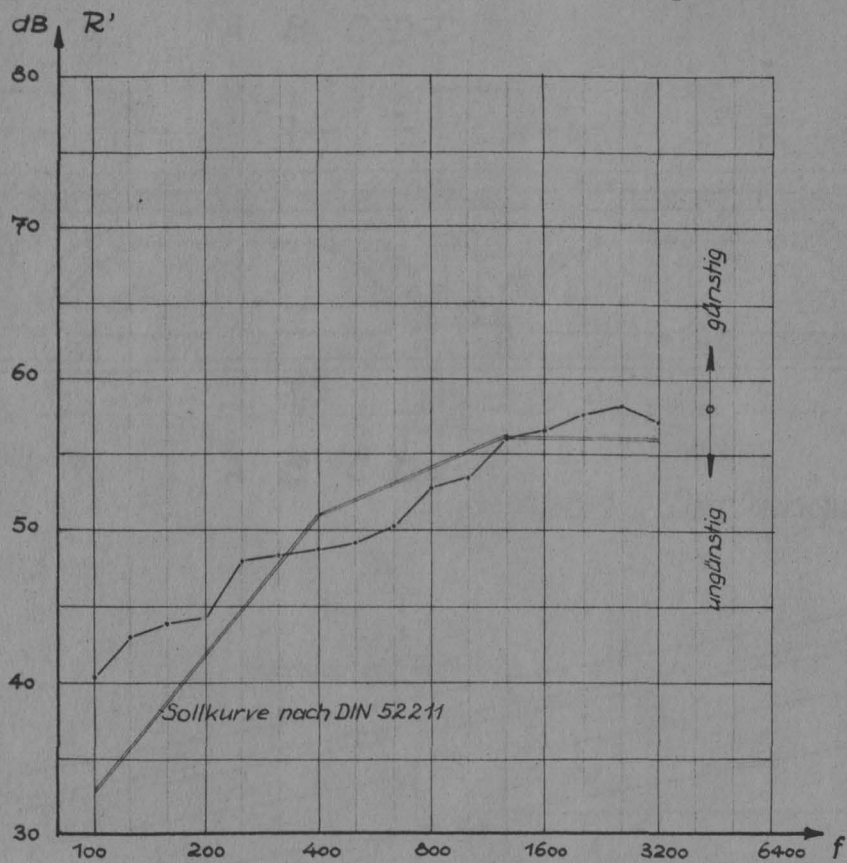


E C A - B a u t e n B r a u n s c h w e i g

Anlagen 1 - 6







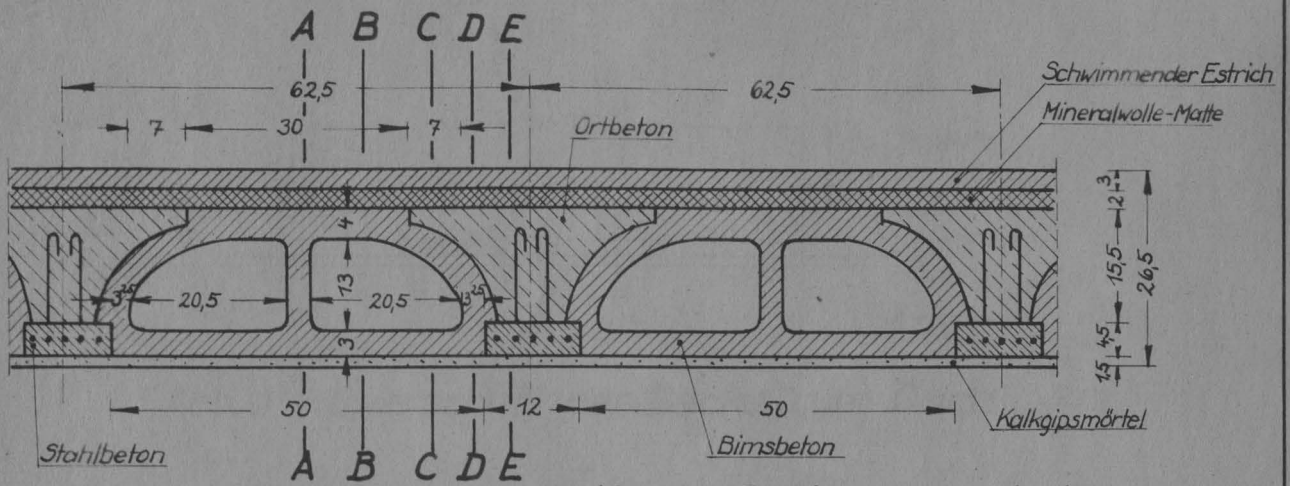


Abb.1 Deckenquerschnitt (Typ A)

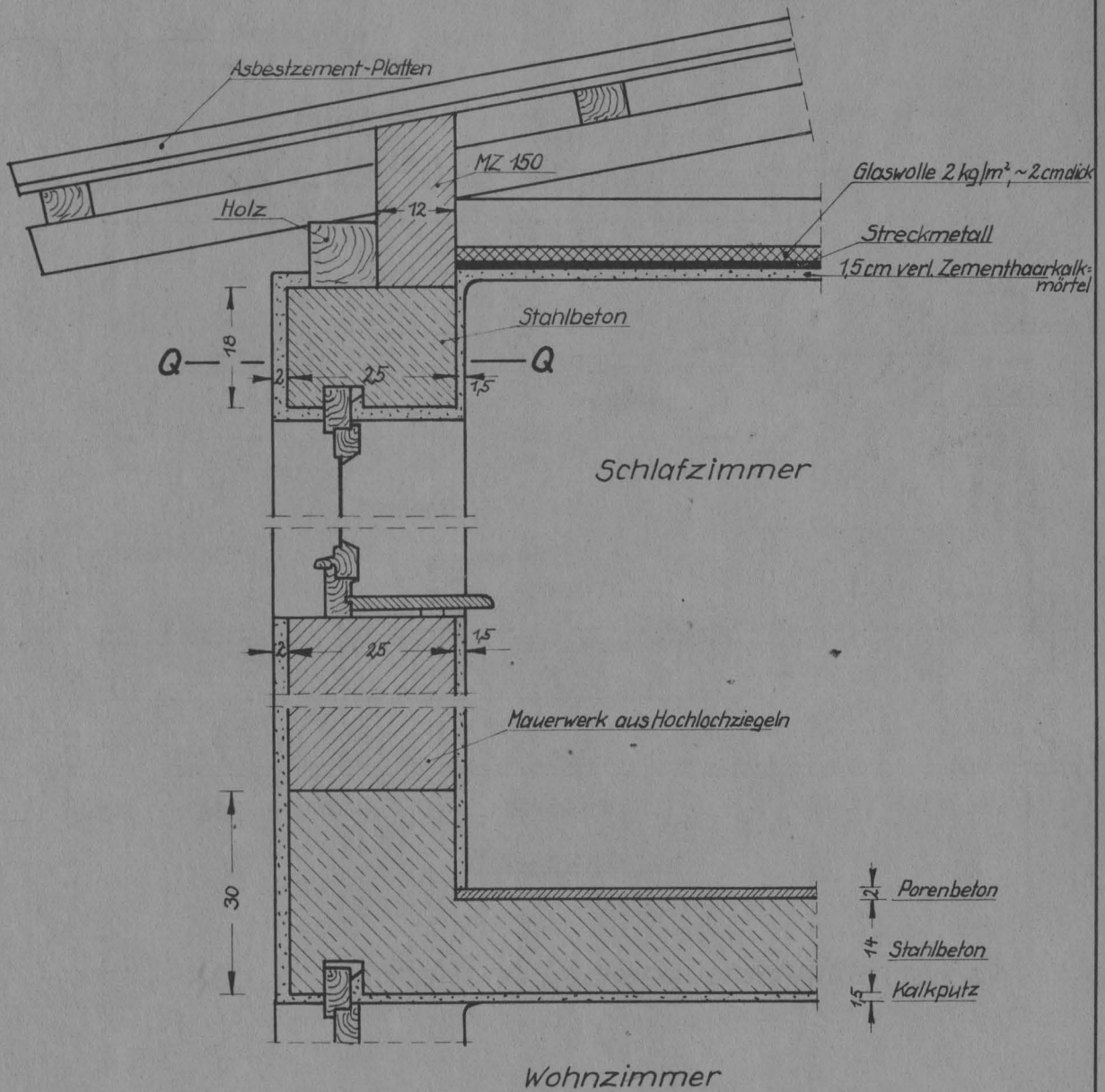


Abb.2 Wand- und Deckenquerschnitte (Typ B)

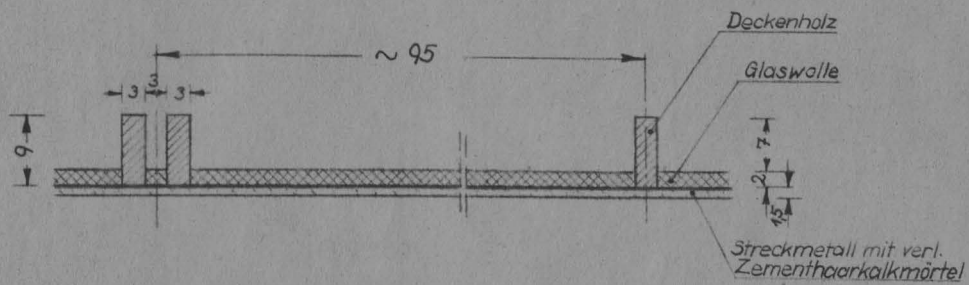


Abb. 3 Querschnitt der Decke zum Dach (Typ B)

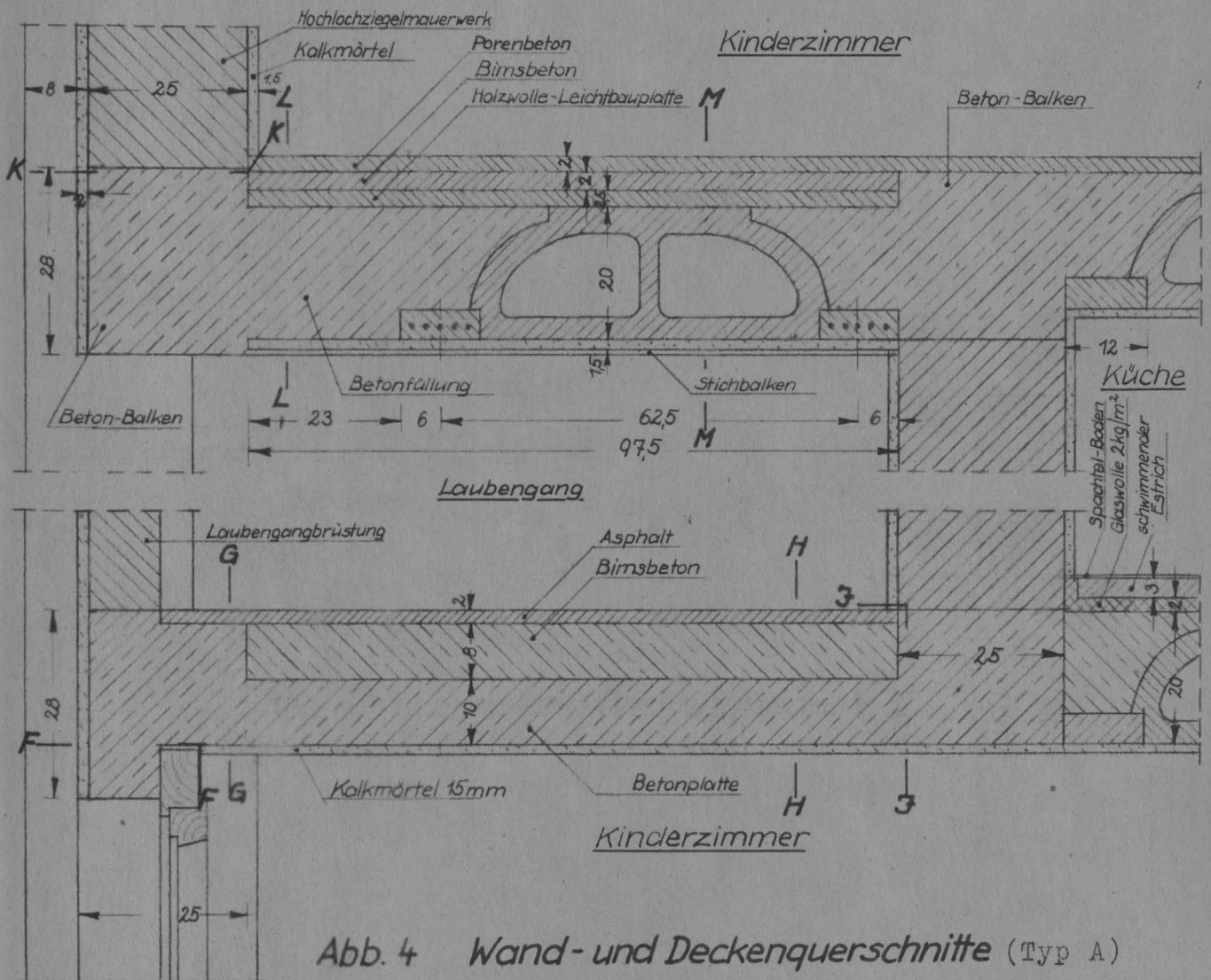


Abb. 4 Wand- und Deckenquerschnitte (Typ A)

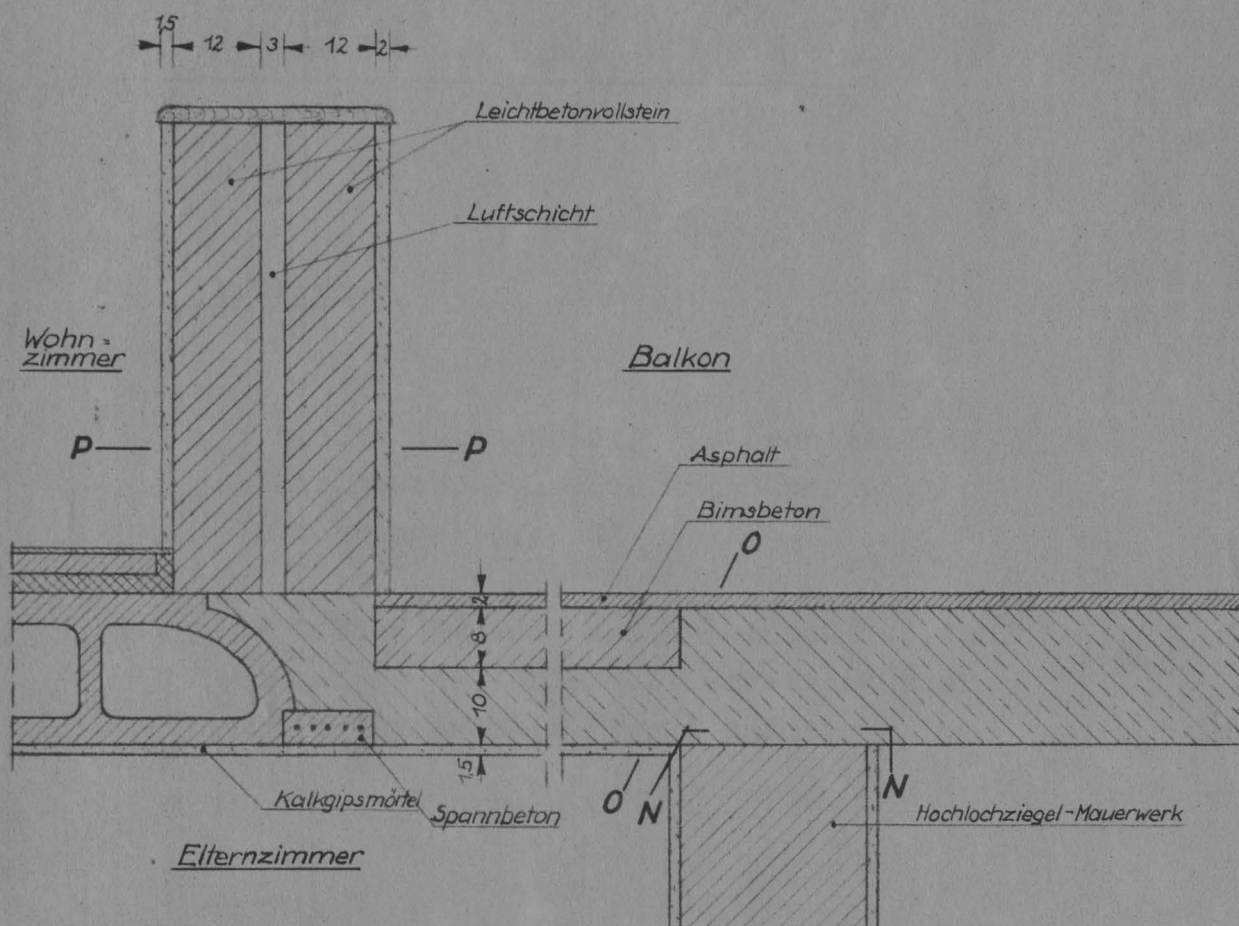


Abb. 5 Wand- und Deckenquerschnitt (Typ A)

E C A - B a u t e n B r e m e n

1. Bauweisen

- 1.1 3 Blöcke 4-geschossige (einschließlich
Sockelgeschoß) Laubenganghäuser mit
72 Wohnungen (Typ C)

- 1.2 18 Blöcke 3-geschossige (einschließlich
Sockelgeschoß) Einfamilienreihenhäuser
mit 184 Wohnungen (Typ A und B)

2. Bauart

Zahlentafel 1: Übersicht der Bauarten bei den ECA-Bauten in Bremen

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ	Fläche m ²	Fläche %
2.11	Wohnungstrenn- decke	Stahlbetonrippendecke, Rippenhöhe 190 mm, Plattendicke 50 mm. Unterseitig auf Einlegebrettern Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	A B C	1819	100
2.121	Keller- decken	Rohdecke und Fußbodenbelag wie 2.11. Unterseitig geschlämmte Kalkmilch	C	910	19
2.122		100 mm dicke Stahlbetonplatte. Unterseitig 25 mm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten mit 15 mm Kalkmörtel verputzt. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	A B	3820	81
				4730	100
2.13	Dach	Rohdecke wie 2.11. Unterseitig an Holzlatten Steinwollematten. Darunter Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel	A B C	ca. 2000	100
2.21	Wohnungstrenn- wand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbeton, beiderseitig 15 mm Kalkmörtel	A B C	6437	100
2.22	Außen- wand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbeton, innen 15 mm, außen 20 mm Kalkmörtel	C A, B	2192 5855	8047 100
2.23	Treppen- hauswand	Ausführung s. 2.21	C	ca. 230	100

3. Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung

3.1 Decken

3.11 Wohnungstrenndecke

Die Rohdecke ist eine Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045, § 24. Der Achsabstand der Rippen beträgt 500 mm, ihre Breite an der Unterkante 100 mm, die Rippenhöhe 190 mm, die Plattendicke 50 mm. Als Zuschlagstoff zum Beton ist Ziegelsplitt mit einer Körnung von 0 - 15 mm verwendet (nach DIN 1045, § 5, 46, Fußnote 1). Unter den Rippen ist auf 24 mm dicken Einlegebrettern Rohrgewebe ("Goliath-Rohrgewebe") als Putzträger für 15 mm Kalkmörtel angebracht. Der Fußbodenbelag besteht aus 15 mm dickem Stampfholz-Estrich (s. Anlage 3, Abb. 1).

Gesamtgewicht der Decke ca. 268 kg/m².

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 1).

Zahlentafel 2

Norm- Tritt- laut- stärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Tritt- schallschutzmaß (dB)	Luft- schallschutzmaß (dB)
	100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
92	42	56	50	- 8	+ 1

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 3

Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda_n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Stampfholz	0,015	0,40	0,038			
	Ziegelsplittbeton	0,12	0,90	0,133			
	Luft	0,07	-	0,190			
	Rohrputz	0,015	0,60	0,025			
				<u>0,386</u>	2,59	8	20,7
B-B	Stampfholz	0,015	0,40	0,038			
	Ziegelsplittbeton	0,166	0,90	0,185			
	Holz	0,024	0,12	0,200			
	Rohrputz	0,015	0,60	0,025			
				<u>0,448</u>	2,23	20	44,6
C-C	Stampfholz	0,015	0,40	0,038			
	Ziegelsplittbeton	0,05	0,90	0,056			
	Luft	0,14	-	0,190			
	Rohrputz	0,015	0,60	0,025			
				<u>0,309</u>	3,24	72	233,5

$$\Sigma \Lambda_n \cdot F_n = 298,8$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 2,99 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D = \frac{1}{\Lambda_m} = \underline{\underline{0,335 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 61% des Sollwertes.

3.12 Kellerdecken

3.121 Die Rohdecke und der Fußbodenbelag sind unter 3.11 beschrieben. Die Unterseite ist mit Kalkmilch geschlämmt (s. Anlage 3, Abb. 2).

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 4
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{d_n}{\lambda_n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ $\frac{\text{m}^2\text{h}^\circ}{\text{kcal}}$	Λ_n $\text{kcal/m}^2\text{h}^\circ$	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Stampfholz Ziegelsplittbeton	0,015 0,12	0,40 0,90	0,038 <u>0,134</u> 0,172	5,82	8	46,6
B-B	Stampfholz Ziegelsplittbeton	0,015 0,19	0,40 0,90	0,038 <u>0,211</u> 0,249	4,01	20	80,2
C-C	Stampfholz Ziegelsplittbeton	0,015 0,05	0,40 0,90	0,038 <u>0,056</u> 0,094	10,62	72	766,0

$$\Sigma \Lambda_n \cdot F_n = 892,8$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 8,93 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \underline{\underline{0,112 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 15% des Sollwertes.

3.122 Die Decke besteht aus einer 100 mm dicken Stahlbetonplatte nach DIN 1045, an deren Unterseite 25 mm dicke zementgebundene Holzwolle-Leichtbauplatten befestigt sind, die mit 15 mm Kalkmörtel verputzt sind. Als Fußbodenbelag ist 15 mm Stampfholz aufgebracht. Das Raumgewicht der Stahlbetonplatte beträgt im eingebauten Zustand ca. 2300 kg/m³.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Stampfholz, 15 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
Stahlbeton, 100 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwolle-Leichtbauplatte, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,015}{0,40} + \frac{0,10}{1,75} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,428 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also 57% des Sollwertes.

3.13 Dach (gleichzeitig oberer Raumabschluß)

Ausführung der Rohdecke siehe 3.11. Unterseitig sind Steinwollematten ("Sillan", $g = 1000 \text{ g/m}^2$) an 24 mm dicken Latten befestigt. Unter den Steinwollematten befindet sich Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel. Die Dachhaut besteht aus 2 Lagen Bitumenpappe (333 und 500 g/m^2).
s. Anlage 3, Abb. 3.

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 5 siehe S. 39

Zahlentafel 5

Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda_n} = \frac{1}{\lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Ziegelsplittbeton	0,05	0,90	0,056		36 . 100	
	Luft	0,14	-	$\frac{0,19}{0,246}$	4,06	72,00	292,2
B-B	Ziegelsplittbeton	0,12	0,90	0,133		4 . 100	
	Luft	0,07	-	$\frac{0,19}{0,323}$	3,1	8,00	24,8
C-C	Ziegelsplittbeton	0,166	0,90	0,185		10 . 100	
	Holz	0,024	0,12	$\frac{0,2}{0,385}$	2,6	20,00	52,0

$$\Sigma \Lambda_n \cdot F_n = 369,0$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 3,69 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\Lambda_m} = 0,271 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Dachpappe, je eine Lage (333 und
500 g/m²), ca. 5 mm,
Steinwolle-Matten ("Sillan"),
20 mm dick,
Rohrputz, 15 mm,

$$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$$

$$\lambda = 0,075 \text{ kcal/mh}^\circ \quad \text{x)}$$

$$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$$

x) DIN 4108, Tafel 1, Zeile 9.12, da an den Rippen eine
Verdichtung der Matten eingetreten ist!

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,005}{0,16} + \frac{0,02}{0,075} + \frac{0,015}{0,60} + D_{\text{Rohdecke}}$$

$$= 0,322 + 0,271 = 0,596 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D_{\text{erf}} = 0,65 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 92% des Soll-
wertes.

3.2 Wände

3.21 Wohnungstrennwand

Die untersuchte 250 mm dicke Wand ist aus Ziegelsplittbeton, Körnung 7/15 mm, geschüttet. Beiderseits ist 15 mm Kalkmörtel aufgebracht. Das Flächengewicht der Wand ohne Putz beträgt ca. 325 kg/m².

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 6 zusammengestellt (Kurven s. Anlage 2).

Zahlentafel 6

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
41	49	45	- 2

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, 250 mm,

$$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Kalkmörtel, 30 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,50} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,59 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 197% des Sollwertes.

3.22 Außenwand

Die Außenwand ist wie die Wohnungstrennwand ausgebildet (s. 3.21). Als Außenputz ist 20 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, 250 mm,	$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 35 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,45} + \frac{0,035}{0,75} = \underline{\underline{0,597 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 133% des Sollwertes.

3.23 Treppenhauswand

Ausführung und Wärmeberechnung wie 3.21

3.3 Sonderberechnungen

3.31 Horizontaler Schnitt durch die Zement-Ausgleichsschicht am Dachauflager der Außenwand (s. Abb. 4, Schnitt A-A).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 20 mm außen, ca. 25 mm innen,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Zementmörtel, 250 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,045}{0,75} + \frac{0,25}{1,20} = \underline{\underline{0,330 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 73% des Sollwertes.

3.32 Vertikaler Schnitt durch den Stahlbetonbalken der Wohnungstrennendecke am Auflager auf der Außenwand (s. Abb. 5, Schnitt B-B).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Stampfholz, 15 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 166 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holz, 24 mm,	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$
Rohrputz, 15 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,015}{0,40} + \frac{0,166}{0,90} + \frac{0,024}{0,12} + \frac{0,015}{0,60} = 0,447 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$
$$D_{\text{erf}} = 0,40 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 112% des Sollwertes.

3.33 Vertikaler Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische (s. Abb. 6, Schnitt C-C).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Stampfholz, 15 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 100 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatten, 35 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Außenputz, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{0,015}{0,40} + \frac{0,10}{0,90} + \frac{0,035}{0,08} + \frac{0,015}{0,75} = 0,607 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$
$$D_{\text{erf}} = 1,50 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 55% des Sollwertes.

3.34 Schräger Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische (s. Abb. 6, Schnitt D-D).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitahlen λ betragen:

Kalkmörtel, innen und außen je 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, ca. 190 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holz, 20 mm,	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,03}{0,75} + \frac{0,19}{0,90} + \frac{0,02}{0,12} = \underline{\underline{0,418 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 1,10 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 38% des Sollwertes.

4. Beurteilung

4.1 Luft- und Trittschall

4.11 Wohnungstrenndecken

Während der Schallschutz bei der verwandten Deckenkonstruktion bezüglich der Luftschalldämmung als ausreichend bezeichnet werden kann, genügt die Trittschalldämmung den Anforderungen der DIN 52211 nicht.

Bei der Auftragserteilung für die schalltechnischen Messungen war der Bauzustand bereits soweit fortgeschritten, daß nur die wohnfertigen Decken überprüft werden konnten. Erfahrungsgemäß ist die Trittschalldämmwirkung einer direkt auf die Rohdecke aufgetragenen Stampfholzschicht nur gering. Um auf der vorliegenden Rohdecke einen ausreichenden Trittschallschutz zu erzielen, müßte entweder unter die Stampfholzschicht eine elastische Dämmschicht verlegt werden, so daß die Stampfholzschicht schwimmend auf der Rohdecke liegt, oder es ist eine andere Fußbodenkonstruktion mit günstigerer Dämmwirkung zu wählen.

4.12 Wohnungstrennwände

Bei den Messungen wurde festgestellt, daß die 250 mm dicken Wände aus Ziegelsplittbeton in ihrer Luftschalldämmwirkung den Anforderungen nach DIN 52211 nicht genügen. Mit einem Flächengewicht von 350 kg/m^2 müßten sie erfahrungsgemäß eine ausreichende Luftschalldämmung besitzen. Der Grund für diese geringe Schalldämmung kann darin gesehen werden, daß an die Wohnungstrennwände 5 cm dicke Trennwände (mit Putz 8 cm dick) angrenzen, die besonders gut Schall abstrahlen.

4.13 Allgemeines

In den Laubenganghäusern ist auch an Kellerdecken die Forderung einer ausreichenden Luftschalldämmung zu stellen. Die Stahlbetonrippendecke, als Kellerdecke ohne Unterdecke eingebaut, erfüllt diese Forderung bei weitem nicht. Messungen konnten jedoch wegen der geringen Größe der Kellerräume nicht durchgeführt werden.

4.2 Wärmeschutz

4.21 Decken

Alle Decken sind wärmetechnisch unzureichend. Die Wärmedämmung der Kellerdecke (Rippendecke mit Stampfholzbelag) unterschreitet erheblich die in Tafel 3, DIN 4108 geforderten Werte. Die Dachdecke ist als Stahlbetonrippendecke ausgebildet und unterseitig mit Steinwollematten isoliert. Die Berechnung ergab eine um 8% zu geringe Wärmedämmung. Ein wesentlicher Fehler ist jedoch darin zu sehen, daß die Decke nicht außen, sondern innen gedämmt ist. Durch die stärkere Wärmestrahlung auf waagerechte Flächen treten infolgedessen große Wärmeausdehnungen in den Flachdächern auf, die zu Rissen an den Dach-Auflagern führen könnten.

4.22 Wände

Die Wärmedämmzahlen aller Wände überschreiten die geforderten Werte.

4.23 Allgemeines

Beim Laubenganghaus (Typ C) sind die Treppenhäuser nach 2 Seiten hin völlig offen ausgebildet. Der somit gänzlich fehlende Wärme- und Feuchtigkeitsschutz erscheint an dieser Stelle im Hinblick auf Unfallgefahren und mögliche Bauschäden in der Frostperiode noch kritischer als bei den offenen Laubengängen.

4.3 Zusammenfassung

Die Werte für die Schall- und Wärmedämmung sind in den Zahlentafeln 7 - 10 zusammengestellt. Die in den Tafeln angegebenen laufenden Nummern der Bauteile beziehen sich auf die Beschreibung, Abschnitt 3.

Die in Zahlentafel 7 angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Insgesamt wurden bei den ECA-Bauten in Bremen 6 Luft- und 3 Trittschallmessungen durchgeführt.

In Zahlentafel 8 sind die Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall graphisch aufgetragen.

Zahlentafel 9 gibt eine Gegenüberstellung der berechneten und geforderten Wärmedämmwerte.

In Zahlentafel 10 sind die vorhandenen Wärmedämmwerte mit den geforderten Werten verglichen und graphisch dargestellt. Dabei ist die jeweilige geforderte Wärmedämmzahl $D_{\text{erf}} = 100\%$ gesetzt; Werte unter 100% genügen nicht den in DIN 4108 gestellten Anforderungen.

In den Schaubildern (Tafel 11 und 12) ist dargestellt, wieviel Prozent der vorhandenen Bauteile schall- bzw. wärmetechnisch gut oder schlecht ausgebildet sind.

Zahlentafel 7: Schallmeßergebnisse

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm- tritt- laut- stärke (phon)	Mittlere Schalldämm- zahl (dB)			Tritt- schallschutzmaß (dB)	Luft- schallschutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.11	Stahlbetonrippendecke, Rippenhöhe 190 mm, Plattendicke 50 mm. Unterseitig auf Einlegebrettern Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	92	42	56	50	- 8	+ 1
3.21	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbeton, beiderseitig 15 mm Kalkmörtel	-	41	49	45	-	- 2

Zahlentafel 8: Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutz- maße in dB schlecht	<div><div></div><div></div></div> <div>für Luftschall für Trittschall</div> <div>gut</div>
3.11	Stahlbetonrippendecke, Rippenhöhe 190 mm, Plattendicke 50 mm. Unterseitig auf Einlegebrettern Rohgewebe mit 15 mm Kalkmörtel. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	

Zahlentafel 9: Berechnete und geforderte Wärmedämmwerte

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($\text{m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$)	
			D _{berechnet}	D _{erforderlich}
3.11	Wohnungstrenn- decke	Stahlbetonrippendecke, Rippenhöhe 190 mm, Plattendicke 50 mm. Unterseitig auf Einlegebrettern Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	0,335	0,55
3.121	Kellerdecken	Rohdecke und Fußbodenbelag wie 3.11. Unterseitig geschlämmte Kalkmilch	0,112	0,75
3.122		100 mm dicke Stahlbetonplatte. Unterseitig 25 mm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten mit 15 mm Kalkmörtel verputzt. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz-Estrich	0,428	0,75
3.13	Dach	Rohdecke wie 3.11. Unterseitig an Holzlatten Steinwollematten. Darunter Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel	0,596	0,65
3.21	Wohnungstrenn- wand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbeton, beiderseitig 15 mm Kalkmörtel	0,590	0,30
3.22	Außenwand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbeton, innen 15 mm, außen 20 mm Kalkmörtel	0,597	0,45
3.23	Treppenhauswand	Ausführung s. 3.21	0,590	0,30

Zahlentafel 9: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($\text{m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$)	
			D _{berechnet}	D _{erforderlich}
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 4, Schnitt A-A. Horizontaler Schnitt am Dachauflager	0,330	0,45
3.32		s. Abb. 5, Schnitt B-B. Vertikaler Schnitt durch Deckenuflager	0,447	0,40
3.33		s. Abb. 6, Schnitt C-C. Vertikaler Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische	0,607	1,50
3.34		s. Abb. 6, Schnitt D-D. Schräger Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische	0,418	1,10

Zahlentafel 10: Übersicht des rechnerisch ermittelten Wärmeschutzes

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← 0 → gut			
			40	80	120	160
3.11	Wohnungstrenn- decke	Stahlbetonrippendecke, Rippenhöhe 190 mm, Plattendicke 50 mm. Unterseitig auf Ein- legebrettern Rohrgewe- be mit 15 mm Kalkmör- tel. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz- Estrich		61		
3.121	Keller- decken	Rohdecke und Fußboden- belag wie 3.11. Unter- seitig geschlämmte Kalkmilch	15			
3.122		100 mm dicke Stahlbe- tonplatte. Unterseitig 25 mm dicke Holzwolle- Leichtbauplatten mit 15 mm Kalkmörtel ver- putzt. Fußbodenbelag 15 mm Stampfholz- Estrich		57		
3.13	Dach	Rohdecke wie 3.11. Un- terseitig an Holzlatten Steinwollematten. Dar- unter Rohrgewebe mit 15 mm Kalkmörtel		92		
3.21	Wohnungstrenn- wand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplittbe- ton, beiderseitig 15 mm Kalkmörtel			197	
3.22	Außen- wand	Geschütteter 250 mm dicker Ziegelsplitt- beton, innen 15 mm, außen 20 mm Kalkmörtel			133	
3.23	Treppen- hauswand	Ausführung s. 3.21			197	

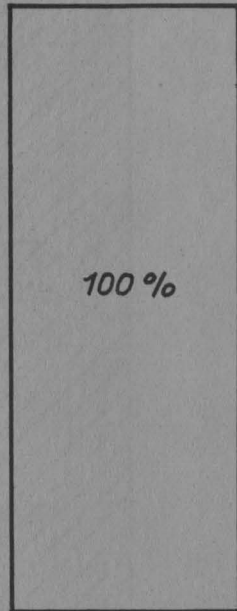
Zahlentafel 10: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← → gut				
			40	80	120	160	
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 4, Schnitt A-A. Horizontaler Schnitt am Dachauflager					
3.32		s. Abb. 5, Schnitt B-B. Vertikaler Schnitt durch Deckenuflager					
3.33		s. Abb. 6, Schnitt C-C. Vertikaler Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische					
3.34		s. Abb. 6, Schnitt D-D. Schräger Schnitt durch die Decke über der Eingangsnische					

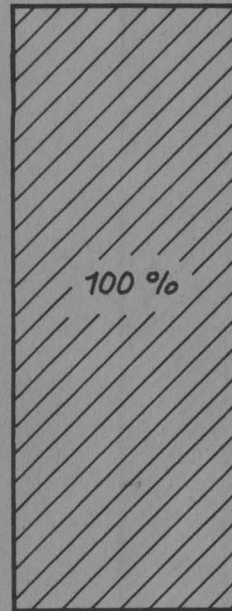
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Bremen in schalltechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

Luftschall:

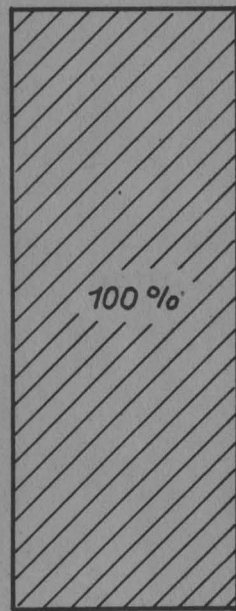


Wohnungstrenndecken

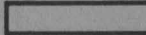



Wohnungstrennwände

Trittschall:

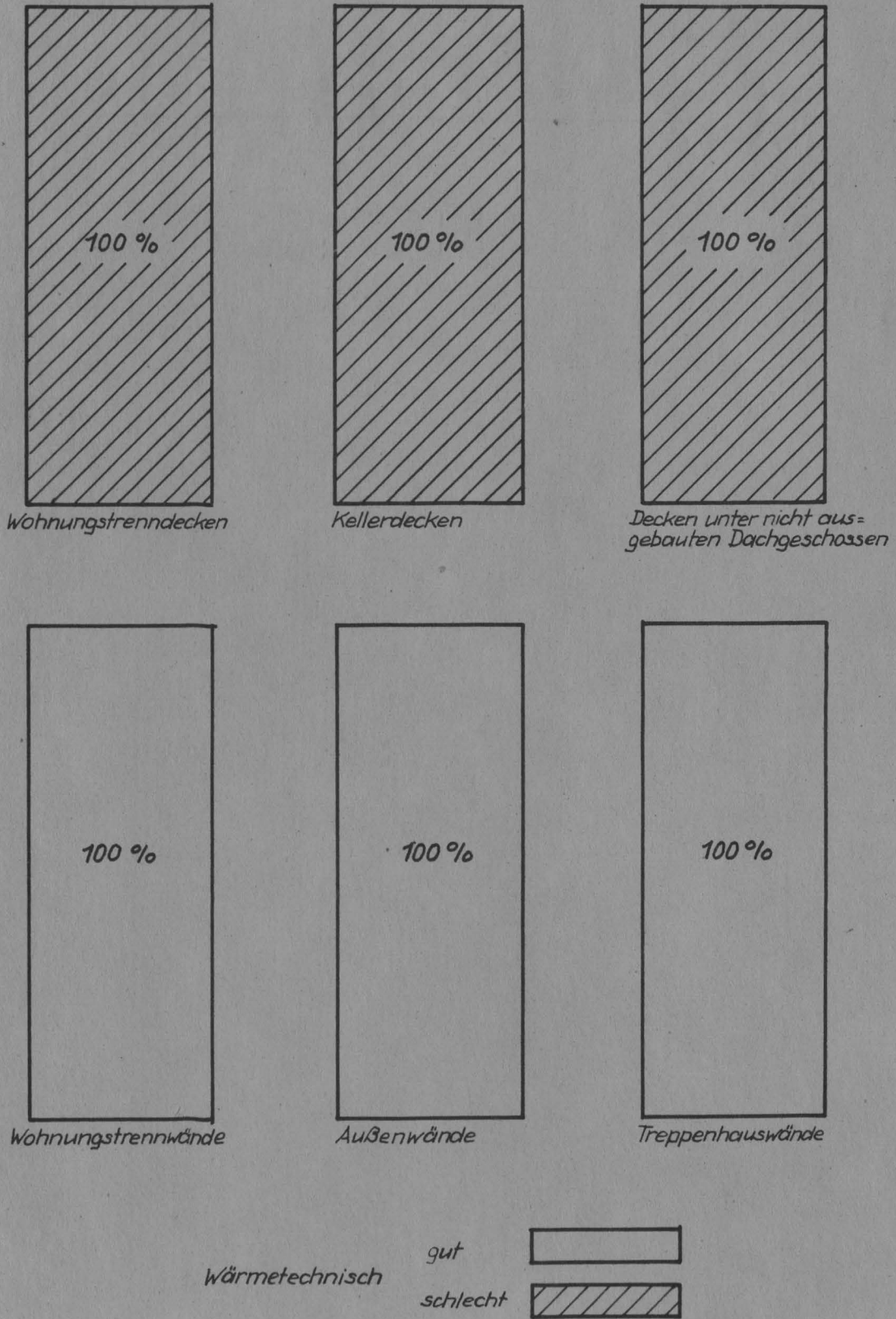


Wohnungstrenndecken

Schalltechnisch gut 
 schlecht 

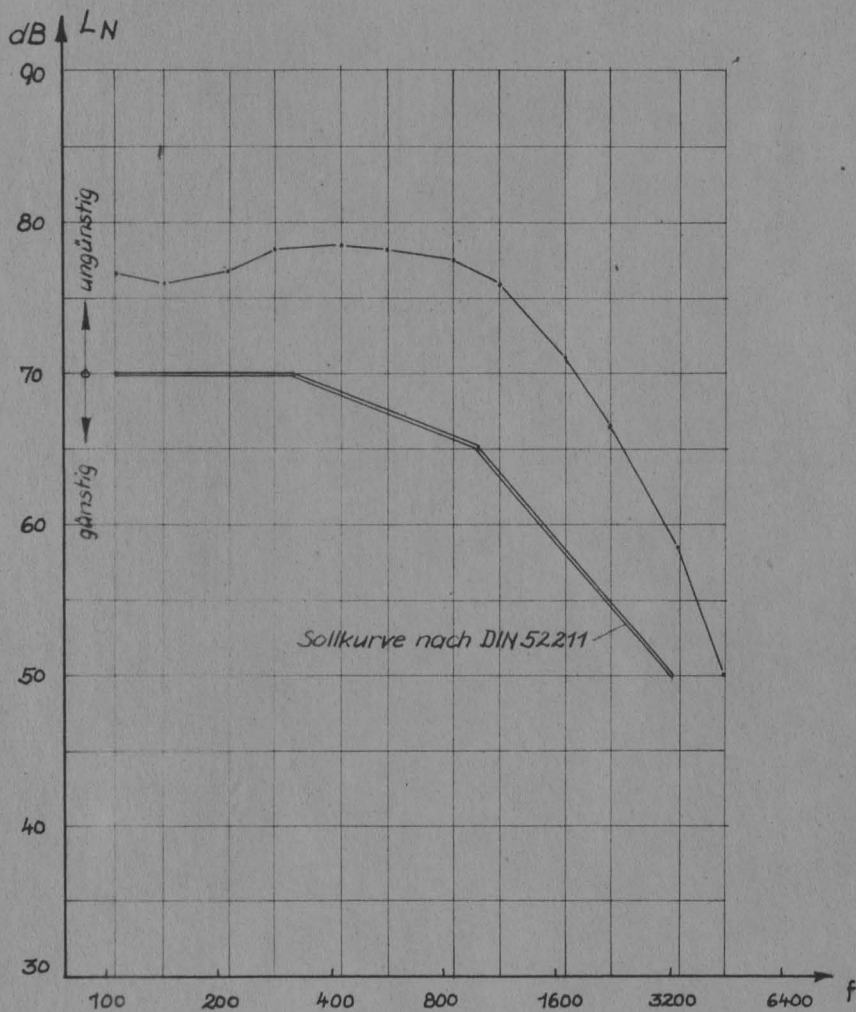
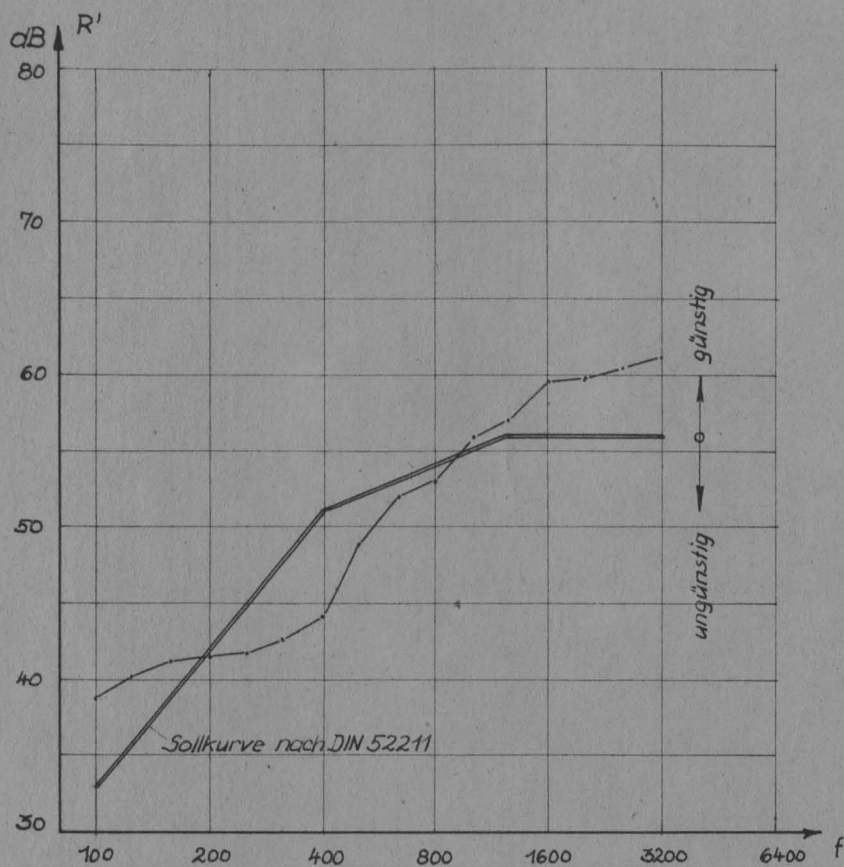
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Bremen in wärmetechnischer Hinsicht

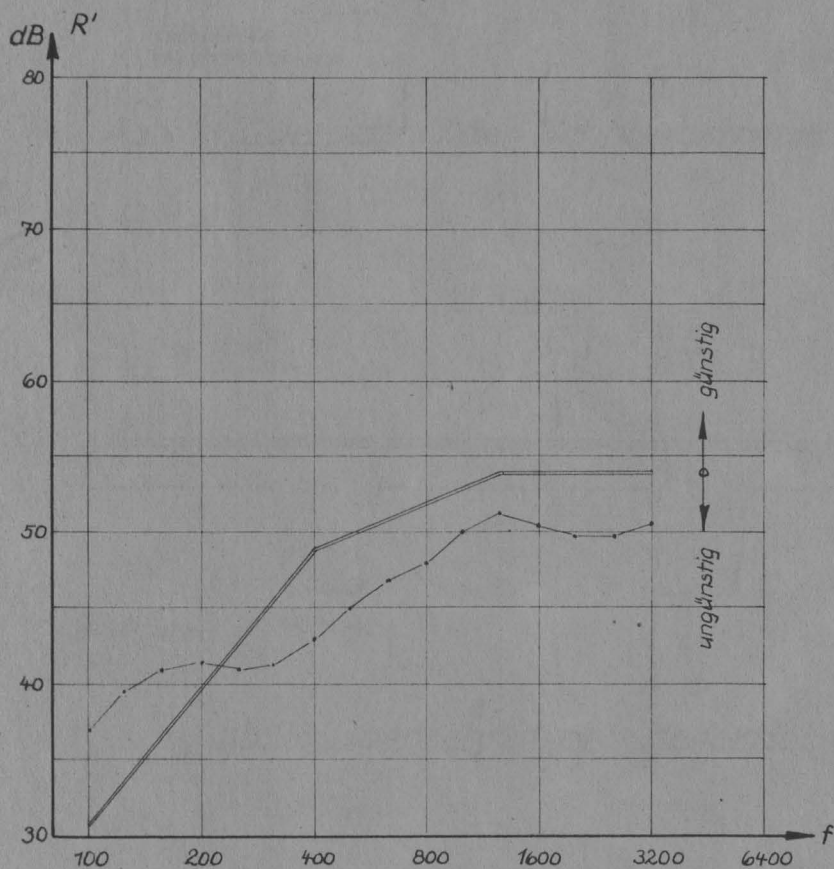
(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)



E C A - B a u t e n B r e m e n

Anlagen 1 - 4





ECA - Bremen

Luftschalldämmung
 einer Wand aus 250 mm Ziegelsplittbeton,
 beiderseits 15 mm Kalkputz

Anlage 2

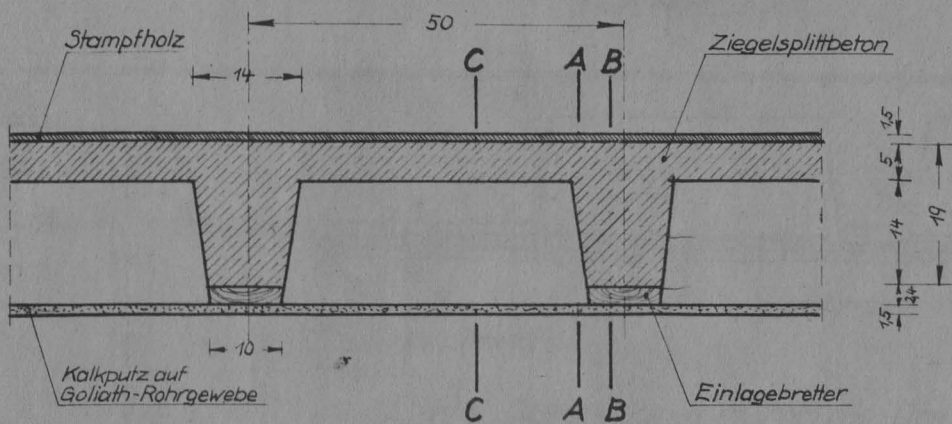


Abb. 1 Querschnitt der Wohnungstrennendecke (Typ C)

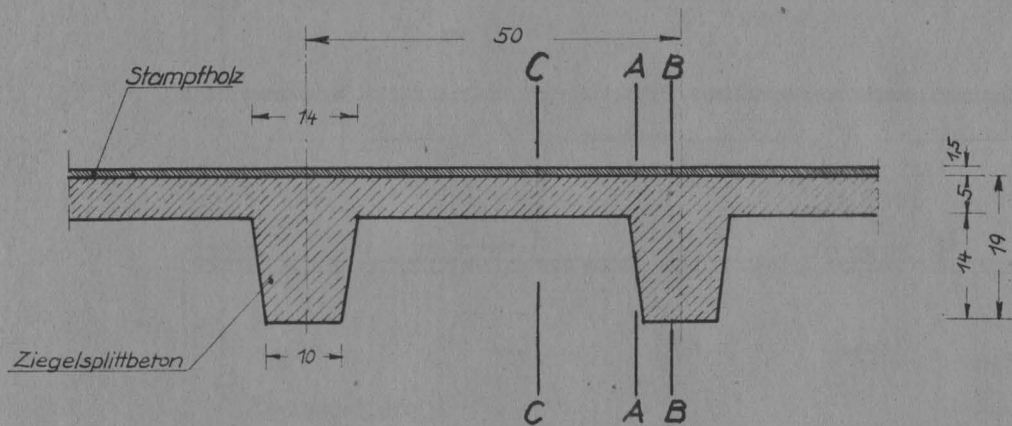


Abb. 2 Querschnitt der Kellerdecke (Typ C)

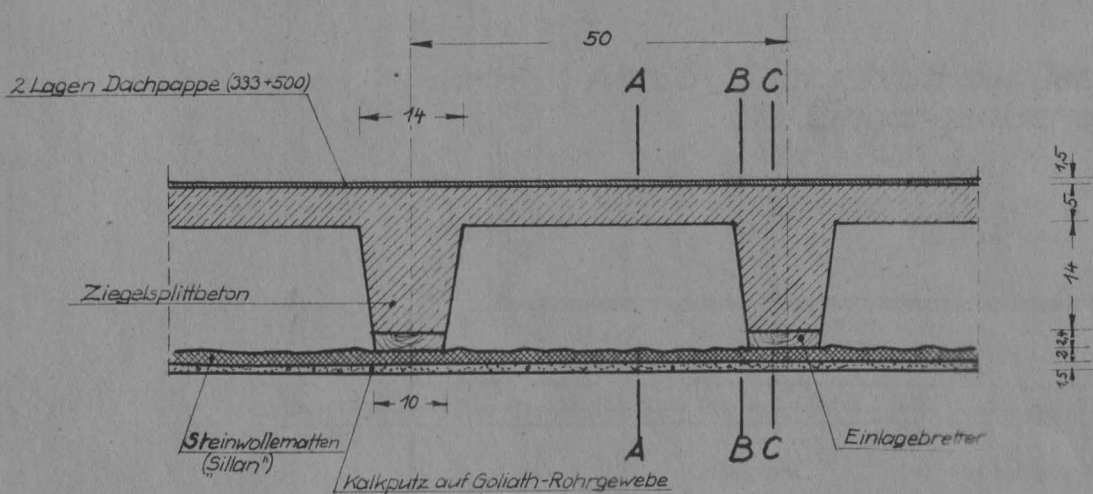
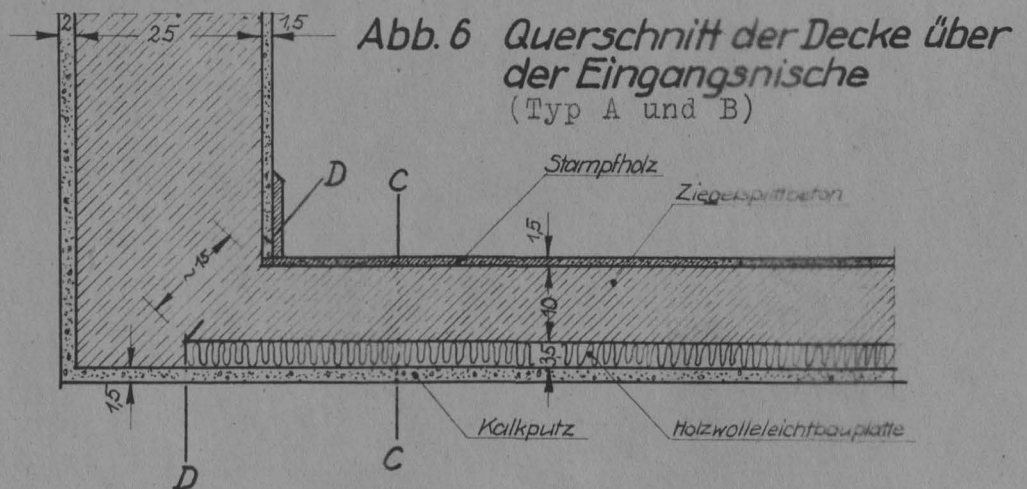
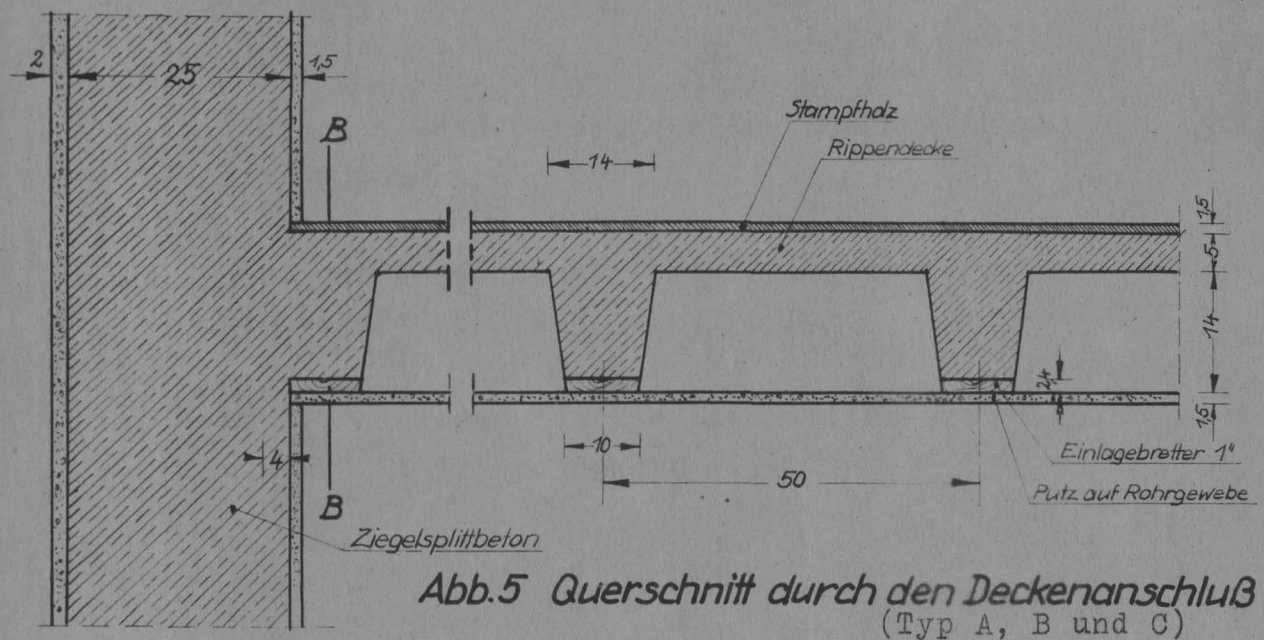
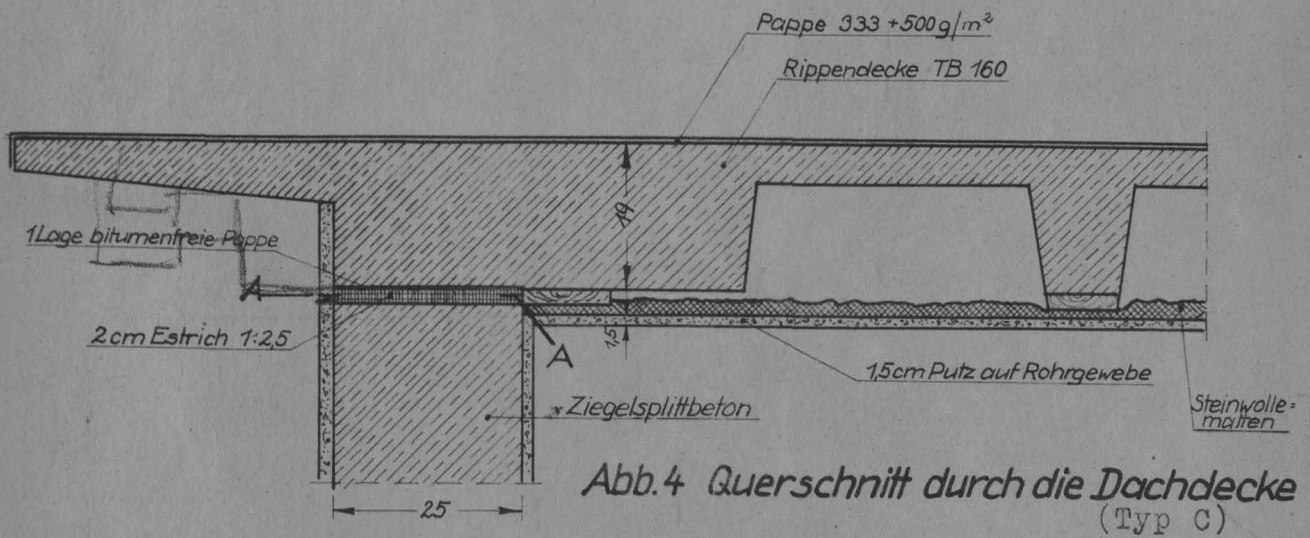


Abb. 3 Querschnitt der Dachdecke (Typ A, B und C)



E C A - B a u t e n H a n n o v e r

1. Bauweisen

- 1.1 1 Block 5- und 6-geschossiges Laubenganghaus
mit 98 Wohnungen (Typ A)
- 1.2 9 Blöcke 2-geschossige Einfamilien-Reihen-
häuser mit 76 Wohnungen (Typ B)
- 1.3 18 Blöcke 1-geschossige Einfamilien-Reihen-
häuser mit 111 Wohnungen (Typ C)

2. Bauart

Zahlentafel 1: Übersicht der Bauarten bei den ECA-Bauten in Hannover

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ	Fläche m ²	Fläche %
2.11	Wohnungstrenn- decke	200 mm dicke Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Plattendicke 60 mm, unterseitig Kalkmörtel auf Rohrgewebe. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 2mm dicken Bitumenfilzmatten	A	3900	100
2.12	Keller- decke	Balkenhohlkörperdecke (System "Esto"). Unterseitig 10 mm Rapputz. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 3 mm Bitumenfilzmatten	A B	615 950	39 61
2.131	Dächer	Rohdecke einschließlich Untersicht s. 2.11. Belag 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatten, darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumenpappe	A	1315	10
2.132		Rohdecke s. 2.11. Unterseitig Holzwolle-Leichtbauplatten mit 10 mm Kalkputz. Belag auf 10 mm Kalkzementestrich 2 Lagen Bitumenpappe.	B	3365	26
2.133		Kanthölzer 8/12 cm, unterseitig Kalkputz auf Rohrgewebe, darauf Steinwollematten. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")	C	7864	61
2.134		150 mm dicke Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Unterseitig 10 mm Kalkmörtel. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")	C	294	3

Zahlentafel 1: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ	Fläche m ²	Fläche %
2.211	Wohnungstrennwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	A	1678	28
			B	2345	40
2.212		150 mm dickes Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"), beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	C	1890	32
				5913	100
2.221	Außenwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Innen 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatte mit 15 mm Kalkputz. Außen 15 mm Kalkzementmörtel	A	681	6
			B	700	6
2.222		200 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel	A	1164	11
			B	1450	13
			C	1340	12
				10901	100
2.223		150 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel	A	1042	10
			B	1817	17
			C	2707	25
2.23	Treppenhauswand	Ausführung wie 2.221	A	ca. 200	100

3. Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung

3.1 Decken

3.11 Wohnungstrenndecke

Die 200 mm dicke Rohdecke ist eine Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Der Rippenabstand beträgt 500 mm. Die tragenden Rippen (von Schott zu Schott) sind an der Unterkante 8 mm dick, die aussteifenden Rippen (von Außenwand zu Außenwand) 5 mm dick. Die Plattendicke beträgt 60 mm. Unterseitig sind in die Rippen Holzdübel eingelassen, an denen Latten angebracht sind, unter denen Rohrgewebe mit 20 mm dickem Kalkputz befestigt ist. Als Fußbodenbelag ist auf 2 mm dicken Bitumenfilzmatten ein 15 mm dicker Hartgußasphalt-Estrich verlegt (s. Anlage 2, Abb. 1).

Gesamtgewicht der Decke ca. 330 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 2 dargestellt (Kurven s. Anlage 1).

Zahlentafel 2

Norm-Tritt-lautstärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Tritt-schallschutzmaß (dB)	Luft-schallschutzmaß (dB)
	100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
85	44	50	47	- 2	- 2

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 3

Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda n} = \frac{1}{\Lambda}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Hartgußasphalt	0,015	0,60	0,025			
	Bitumenfilzmatte	0,002	0,08	0,025			
	Beton	0,20	1,75	0,114			
	Holzlatte	0,02	0,12	0,167			
	Rohrputz	0,02	0,60	0,033			
				<u>0,364</u>	2,75	29,4	80,90
B-B	Hartgußasphalt	0,015	0,60	0,025			
	Bitumenfilzmatte	0,002	0,08	0,025			
	Beton	0,06	1,75	0,034			
	Luft	0,16	-	0,19			
	Rohrputz	0,02	0,60	0,033			
				<u>0,307</u>	3,26	70,6	230,05

$$\Sigma \Lambda_n \cdot F_n = 310,95$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot F_n}{100} = \underline{\underline{3,11 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ}}$$

$$D = \frac{1}{\Lambda_m} = \underline{\underline{0,322 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{erf} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 59% des Sollwertes.

3.12 Kellerdecke

Die Kellerdecke ist eine Balkenhohlkörperdecke (System "Esto") nach DIN 1046. Die Bauhöhe beträgt 180 mm, der Achsabstand der Tragrippen 500 mm. Die Hohlkörper aus gebranntem Ton sind mit 30 mm Druckbeton abgedeckt. Als Fußbodenbelag ist auf 3 mm dicken Bitumenfilzmatten ein 15 mm dicker Hartgußasphalt-Estrich verlegt. Unterseitig ist 10 mm Rapputz angebracht (s. Anlage 2, Abb. 2).

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 4
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{d_n}{\lambda_n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Hohlziegel Luft Beton	0,04 0,09 0,02	0,50 - 1,75	0,08 0,19 0,011 <u>0,281</u>	3,56	14,0	49,8
B-B	Hohlziegel	0,15	0,50	0,30	3,33	18,0	60,0
C-C	Hohlziegel Beton	0,02 0,13	0,50 1,75	0,04 0,07 0,11	9,10	16,0	145,8
D-D	Hohlziegel Luft Beton	0,08 0,05 0,02	0,50 - 1,75	0,16 0,19 0,011 <u>0,361</u>	2,77	4,0	11,2
E-E	Hohlziegel Luft Beton	0,06 0,07 0,02	0,50 - 1,75	0,12 0,19 0,011 <u>0,321</u>	3,12	12,0	37,5
F-F	Hohlziegel Luft	0,07 0,08	0,50 -	0,14 0,19 0,33	3,03	16,0	48,5
G-G	Hohlziegel	0,15	0,50	0,30	3,33	8,0	25,1
H-H	Hohlziegel Luft	0,09 0,06	0,50 -	0,18 0,19 0,37	2,7	4,0	11,1
I-I	Hohlziegel Luft Beton	0,11 0,02 0,02	0,50 - 1,75	0,22 0,17 0,011 <u>0,401</u>	2,40	4,0	9,6
K-K	Hohlziegel Luft	0,13 0,02	0,50 -	0,26 0,17 0,43	2,32	4,0	9,3

$$\sum \Lambda_n \cdot F_n = 408,9$$

$$\Lambda_m = \frac{\sum \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 4,09 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\Lambda_m} = 0,245 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die Wärmeleitzahlen λ für den Belag und den unterseitigen Putz betragen:

Beton, 30 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Bitumenfilzpappe, 3 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Hartgußasphalt, 15 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$
Rapputz, 10 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = D_{\text{Rohdecke}} + \frac{0,03}{1,75} + \frac{0,003}{0,08} + \frac{0,015}{0,60} + \frac{0,01}{0,75}$$
$$= \underline{\underline{0,338 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 45% des Sollwertes.

3.13 Dächer (Sämtliche Dächer sind gleichzeitig obere Raumabschlüsse)

3.131 Die Rohdecke und die Untersicht sind unter 3.11 beschrieben. Der Dachbelag besteht aus 25 mm dicken Holzwolle-Leichtbauplatten mit 30 mm Zementestrich und zweilagiger Bitumenpappe von ca. 6 mm Dicke (s. Anlage 3, Abb. 4).

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 5 siehe S. 61

Zahlentafel 5
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächenan- teil in %	$\Lambda_n \cdot Fn$ kcal/h°
A-A	Beton	0,20	1,75	0,114	3,56	29,4	104,7
	Holzplatten	0,02	0,12	0,167			
				0,281			
B-B	Beton	0,06	1,75	0,034	4,46	70,6	315,0
	Luft	0,16	-	0,19			
				0,224			

$$\Sigma \Lambda_n \cdot Fn = 419,7$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot Fn}{100} = 4,20 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\Lambda_m} = 0,238 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Holzwohle-Leichtbauplatten, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Zementestrich, 30 mm,	$\lambda = 1,20 \text{ kcal/mh}^\circ$
2 Lagen Dachpappe, ca. 6 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Rohrputz, 15 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$\begin{aligned}
 D = \frac{1}{\Lambda} &= \frac{0,015}{0,60} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,03}{1,20} + \frac{0,006}{0,16} + D_{\text{Rohdecke}} \\
 &= \underline{\underline{0,638 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \\
 D_{\text{erf}} &= \underline{\underline{0,65 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}
 \end{aligned}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 98% des Sollwertes.

3.132 Die Rohdecke ist unter 3.11 beschrieben. Unterseitig sind 25 mm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten angebracht, die mit 10 mm Kalkmörtel verputzt sind. Auf der Rohdecke sind auf 10 mm Kalkzementestrich 2 Lagen Bitumenpappe von ca. 6 mm Dicke verlegt.

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 6
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda_n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächenan- teil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Beton Holzlatten	0,20	1,75	0,114	3,56	29,4	104,7
		0,02	0,12	$\frac{0,167}{0,281}$			
B-B	Beton Luft	0,06	1,75	0,034	4,46	70,6	315,0
		0,16	-	$\frac{0,19}{0,224}$			

$$\Sigma \Lambda_n \cdot F_n = 419,7$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 4,20 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\Lambda_m} = 0,238 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Kalkzementestrich, 10 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
2 Lagen Bitumenpappe, ca. 6 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwolle-Leichtbauplatten, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 10 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{0,01}{0,75} + \frac{0,006}{0,16} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,01}{0,75} + D_{\text{Rohdecke}} = \underline{\underline{0,615 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$D_{\text{erf}} = \underline{\underline{0,65 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 95% des Sollwertes.

3.133 Das Dach besteht aus Kanthölzern 8/12 cm, die von Querschott zu Querschott gespannt sind. Daran ist unterseitig Rohrgewebe befestigt, das mit 20 mm Kalkmörtel verputzt ist. In die Kassetten zwischen den Kanthölzern sind auf das Rohrgewebe Steinwolle-matten ($g = 2000 \text{ g/m}^2$) gelegt. Als Dachhaut sind ca. 7 mm dicke Zementasbestplatten (Wellfulgurit) verlegt.

Wärmeberechnung:

Rohrputz einschließlich Deckenschalung,
insgesamt 33 mm,

$$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$$

(angenommen nach
DIN 4108 E)

Steinwolle-Matten, 30 mm,

$$\lambda = 0,035 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Holzpfetten (parallel zur Längs-
seite des Baues), 120 mm,

$$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Zementasbest-Platte (Wellfulgurit)

$$\lambda = 0,30 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Anteil des Pfettenfeldes an der Gesamtfläche 90,6%,

Anteil der Pfetten 9,4%.

Für das Feld:

Nach Abschn. 4.42, DIN 4108, darf bei vollkommen abgeschlos-
senen Luftschichten die Luftschicht berücksichtigt werden.

$$D_{\text{Luftschicht}} = 0,19 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D_{\text{Feld}} = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,033}{0,40} + \frac{0,03}{0,035} + D_{\text{Luftschicht}} + \frac{0,007}{0,30}$$

$$= 1,153 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}; \quad \Lambda_{\text{Feld}} = 0,867 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

Für die Pfetten:

$$D_{\text{Pfetten}} = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,033}{0,40} + \frac{0,12}{0,12} + \frac{0,007}{0,30} = 1,106 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\Lambda_{\text{Pfetten}} = 0,904 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

Im Mittel:

$$\lambda_m = 1,153 \cdot 0,906 + 1,106 \cdot 0,094 = 1,150 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D = \frac{1}{\lambda_m} = \underline{\underline{0,913 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 1,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \quad (\text{Nach DIN 4108, Tafel 3, bei } 60 \text{ kg/m}^2 \text{ Deckengewicht})$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 70 % des Sollwertes.

3.134 Als Rohdecke sind 150 mm dicke bewehrte Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong") verlegt, die von Schott zu Schott gespannt sind. Unterseitig ist mit 10 mm Kalkmörtel verputzt. Auf der Rohdecke liegen auf einer Lattung Asbestzement-Wellplatten (Fulgurit).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Asbestzement-Wellplatten (Fulgurit),

ca. 10 mm dick,

$$\lambda = 0,30 \text{ kcal/mh}^\circ$$

dampfgehärteter Porenbeton (Ytong),

150 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkmörtel, 10 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,01}{0,30} + \frac{0,15}{0,25} + \frac{0,01}{0,75} = \underline{\underline{0,647 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,65 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl ist also gleich dem Sollwert.

3.2 Wände

3.21 Wohnungstrennwände

3.211 Die Wohnungstrennwand ist aus 250 mm dicken Kalksandsteinen gemauert. Beidseitig ist mit je 15 mm Kalkmörtel verputzt. Das Raumgewicht der Kalksandsteine beträgt im eingebauten Zustand ca. 1800 kg/m^3 , das Gesamtgewicht der Wand ca. 500 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 7 zusammengestellt.

Zahlentafel 7

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
44	58	51	+ 2

Die Meßwerte sind an anderer Stelle gemessen worden.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalksandstein, 250 mm,	$\lambda = 0,85 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 30 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,85} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,33 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 110% des Sollwertes.

- 3.212 Die Wohnungstrennwand besteht aus 150 mm dickem Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"), beidseitig mit je 15 mm Kalkmörtel verputzt.

Schallmessungen wurden an dieser Wand nicht durchgeführt, da die Anordnung und Größe der Räume für eine schalltechnische Untersuchung nicht geeignet waren. Nach vorliegenden Erfahrungen ist die Wand als Wohnungstrennwand schalltechnisch nicht ausreichend. Der Grundriß von den Häusern des Typs C ist so ausgeführt, daß z.T. die Flure und Abstellräume beider Häuser aneinandergrenzen. Hier ist der geringe Schallschutz nicht zu beanstanden. In den meisten Fällen trennt die Ytong-Wand jedoch Flur und Abstellraum eines Hauses von Eltern- und Kinderschlafzimmer des Nachbarn. Dann ist ein ausreichender Schallschutz zu fordern, obwohl vom Flur und Abstellraum aus meist nur mit kurzzeitigen Störungen zu rechnen ist.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Ytong"),

150 mm,

$$\lambda = 0,23 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkmörtel, 30 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,15}{0,23} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,693 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 231% des Sollwertes.

3.22 Außenwände

3.221 Die Außenwand ist aus 250 mm dicken Kalksandsteinen gemauert, die außen mit zweilagigem, 15 mm dickem Kalkzementmörtel verputzt sind. An der Innenseite sind 25 mm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten befestigt, auf die 15 mm Kalkmörtel aufgebracht ist. Das Raumgewicht der Kalksandsteine beträgt im eingebauten Zustand ca. 1800 kg/m^3 .

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalksandstein, 250 mm,	$\lambda = 0,85 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkzement- bzw. Kalkmörtel, 30 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwolle-Leichtbauplatte, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,25}{0,85} + \frac{0,030}{0,75} + \frac{0,025}{0,08} = \underline{\underline{0,647 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$
$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 118% des Sollwertes.

3.222 Die Wand ist aus 200 mm dicken dampfgehärteten Porenbetonsteinen ("Ytong") gemauert. Die Außenwand ist mit zweilagigem Kalkzementmörtel 15 mm dick verputzt, die Innenwandfläche mit einlagigem 15 mm dickem Kalkmörtel.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Ytong"), 200 mm,	$\lambda = 0,23 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkzement- bzw. Kalkmörtel, 30 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,20}{0,23} + \frac{0,030}{0,75} = \underline{\underline{0,909 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,60 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}} \quad (\text{Nach DIN 4108, Tafel 3, bei } 200 \text{ kg/m}^2 \text{ Wandgewicht})$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 152% des Sollwertes.

3.223 Wand wie vor, jedoch sind die Steine aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong") 150 mm dick.

Die Wärmedämmzahl beträgt

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,15}{0,23} + \frac{0,030}{0,75} = \underline{\underline{0,693 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,63 \text{ m}^2\text{h}^0/\text{kcal}}} \quad (\text{Nach DIN 4108, Tafel 3, bei } 160 \text{ kg/m}^2 \text{ Wandgewicht})$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 110% des Sollwertes.

3.23 Treppenhauswand

Die untersuchte Treppenhauswand ist wie die Wohnungstrennwand ausgebildet, die unter 3.221 beschrieben ist.

3.3 Sonderberechnungen

3.31 Schnitt durch den Anschluß der Brandmauer aus Kalksandsteinmauerwerk an die Außenmauer aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong") s. Abb. 3, Schnitt L-L, Anlage 2.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Kalksandstein, 167 mm,	$\lambda = 0,85 \text{ kcal/mh}^\circ$
dampfgehärteter Porenbeton ("Ytong"), 50 mm,	$\lambda = 0,23 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkzement- bzw. Kalkmörtel, 30 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,167}{0,85} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,030}{0,75} = \underline{\underline{0,455 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 83% des Sollwertes.

3.32 Horizontaler Schnitt durch das Dachauflager auf dem Mauerwerk der Außenwand (s. Anlage 3, Abb. 4, Schnitt M-M).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Beton, 200 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel auf Rohrgewebe, 20 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holz, 20 mm,	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,20}{1,75} + \frac{0,02}{0,60} + \frac{0,02}{0,12} = \underline{\underline{0,315 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 57% des Sollwertes.

3.33 Horizontaler Schnitt durch die Auflagerung der Wohnungstrennendecke auf dem Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"), s. Anlage 3, Abb. 5, Schnitt N-N.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Beton, 167 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
dampfgehärteter Porenbeton ("Ytong"), 50 mm,	$\lambda = 0,23 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holz, 20 mm,	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel auf Rohrgewebe, 20 mm,	$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,167}{1,75} + \frac{0,05}{0,23} + \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,02}{0,60} \\ &= \underline{\underline{0,513 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \\ D_{\text{erf}} &= \underline{\underline{0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \end{aligned}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 93% des Sollwertes.

4. Beurteilung

4.1 Luft- und Trittschall

4.11 Wohnungstrenndecke

Schalltechnische Anforderungen nach DIN 52211 werden nur an die Wohnungstrenndecken im Laubenganghaustyp gestellt. Diese Decken bieten weder einen ausreichenden Luft- noch Trittschallschutz. Von Interesse wäre es gewesen, die Schalldämmung der Rohdecke zu messen, da der eingebaute Fußbodenbelag auf einer Stahlbetonplatte einen ausreichenden Schallschutz bietet. Leider war bei der Auftragerteilung auf allen Rohdecken der Fußbodenbelag bereits aufgebracht.

4.12 Wohnungstrennwände

Sowohl in dem Laubenganghaustyp als auch in den zweigeschossigen Einfamilienhäusern sind als Wohnungstrennwände 250 mm dicke Kalksandsteinwände eingebaut. Die Luftschalldämmung dieser Wände wurde wiederholt an anderer Stelle gemessen und erfüllt mit einem Luftschallschutzmaß von + 2 dB die nach DIN 52211 gestellten Anforderungen.

An der 150 mm dicken Wand aus dampfgehärteten Porenbetonsteinen ("Ytong") konnten keine Schallmessungen durchgeführt werden, da die Anordnung und Größe der Räume für eine schalltechnische Untersuchung nicht geeignet waren. Nach vorliegenden Erfahrungen ist die Wand als Wohnungstrennwand schalltechnisch nicht ausreichend. Der Grundriß von den Häusern des Typs C ist so ausgeführt, daß z.T. die Flure und Abstellräume beider Häuser aneinandergrenzen. Hier ist der geringe Schallschutz nicht zu beanstanden. In den meisten Fällen trennt die Ytong-Wand jedoch Flur und Abstellraum eines Hauses von Eltern- und Kinderschlafzimmer des Nachbarn. Dann ist ein ausreichender Schallschutz zu fordern, obwohl vom Flur und Abstellraum aus meist nur mit kurzzeitigen Störungen zu rechnen ist.

4.2 Wärmeschutz

4.21 Decken

Mit Ausnahme der Dachdecken bei den eingeschossigen Reihenhäusern (Typ C) ist die Wärmedämmung aller Decken unzu-

reichend. Beim Typ B (zweigeschossige Häuser) ist die Wärmedämmschicht der Flachdächer innen angeordnet. Infolgedessen treten bei Schwankungen der Außentemperatur, insbesondere bei Sonneneinstrahlung, erhebliche Bewegungen der Dachkonstruktion auf, die leicht zu Bauschäden führen können. Flachdächer sollten daher in jedem Falle außen gedämmt werden.

4.22 Wände

Alle Wände erfüllen die in DIN 4108 gestellten Forderungen.

4.23 Sonderberechnungen

Die Deckenaufleger und Maueranschlüsse stellen Wärmebrücken dar und verursachen daher unzureichende Wärmedämmwerte, die zu Kondenswasserbildung an diesen Stellen führen können.

4.3 Zusammenfassung

Die Werte für die Schall- und Wärmedämmung sind in den Zahlentafeln 7 - 10 zusammengestellt. Die in den Tafeln angegebenen laufenden Nummern der Bauteile beziehen sich auf die Beschreibung, Abschnitt 3.

Die in Zahlentafel 7 angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Insgesamt wurden bei den ECA-Bauten in Hannover 3 Luft- und 3 Trittschallmessungen durchgeführt.

In Zahlentafel 8 sind die Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall graphisch aufgetragen.

Zahlentafel 9 gibt eine Gegenüberstellung der berechneten und geforderten Wärmedämmwerte.

In Zahlentafel 10 sind die vorhandenen Wärmedämmwerte mit den geforderten Werten verglichen und graphisch dargestellt. Dabei ist die jeweilige geforderte Wärmedämmzahl $D_{\text{erf}} = 100\%$ gesetzt; Werte unter 100% genügen nicht den in DIN 4108 gestellten Anforderungen.

In den Schaubildern (Tafel 11 und 12) ist dargestellt, wieviel Prozent der vorhandenen Bauteile schall- bzw. wärmetechnisch gut oder schlecht ausgebildet sind.

Zahlentafel 7: Schallmeßergebnisse

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm-Tritt-laut-stärke (phon)	Mittlere Schalldämm-zahl (dB)			Tritt-schallschutzmaß (dB)	Luft-schallschutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.11	200 mm dicke Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Plattendicke 60 mm, unterseitig Kalkmörtel auf Rohrgewebe. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 2 mm dicken Bitumenfilzmatten	85	44	50	47	-2	- 2
3.211	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	-	44	58	51	-	+ 2 ^{x)}

x) Meßwerte sind an anderer Stelle gemessen worden.

Zahlentafel 8: Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall

Br.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutzmaße in dB							
		für Luftschall				für Trittschall			
		schlecht				gut			
		-8	-6	-4	-2	+2	+4	+6	+8
3.11	200 mm dicke Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Plattendicke 60 mm, unterseitig Kalkmörtel auf Rohrgewebe. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 2 mm dicken Bitumenfilzmatten								
3.211	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel								

Zahlentafel 9: Berechnete und geforderte Wärmedämmwerte

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($m^2 h^\circ / kcal$)	
			$D_{\text{berechnet}}$	$D_{\text{erforderlich}}$
3.11	Wohnungstrenn- decke	200 mm dicke Stahlbetonrippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Plattendicke 60 mm, unterseitig Kalkmörtel auf Rohrgewebe. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 2 mm dicken Bitumenfilzmatten	0,322	0,55
3.12	Kellerdecke	Balkenhohlkörperdecke (System "Esto"). Unterseitig 10 mm Rappputz. Belag 15 mm Hartgußasphalt auf 3 mm Bitumenfilzmatten	0,338	0,75
3.131	Dächer	Rohdecke einschließlich Untersicht s. 3.11. Belag 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatten, darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumenpappe	0,638	0,65
3.132		Rohdecke s. 3.11. Unterseitig Holzwolle-Leichtbauplatten mit 10 mm Kalkputz. Belag auf 10 mm Kalkzementestrich 2 Lagen Bitumenpappe	0,615	0,65
3.133		Kanthölzer 8/12 cm, unterseitig Kalkputz auf Rohrgewebe, darauf Steinwollematten. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")	0,913	1,30
3.134		150 mm dicke Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Unterseitig 10 mm Kalkmörtel. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")	0,647	0,65

Zahlentafel 9: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte $D(m^2h^0/kcal)$	
			$D_{berechnet}$	$D_{erforderlich}$
3.211	Wohnungstrennwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	0,33	0,30
3.212		150 mm dickes Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"), beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	0,693	0,30
3.221	Außenwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Innen 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatte mit 15 mm Kalkputz. Außen 15 mm Kalkzementmörtel	0,647	0,55
3.222		200 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel	0,909	0,60
3.223		150 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel	0,693	0,63
3.23	Treppenhauswand	Ausführung wie 3.221	0,647	0,55
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 3, Schnitt L-L. Schnitt durch Maueranschluß	0,455	0,55
3.32		s. Abb. 4, Schnitt M-M. Schnitt durch das Dachauflager	0,315	0,55
3.33		s. Abb. 5, Schnitt N-N. Schnitt durch Deckenauflager	0,513	0,55

Zahlentafel 10: Übersicht des rechnerisch ermittelten Wärmeschutzes

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← ————— → gut				
			-40	-80	+120	+160	+200
3.11	Wohnungstrenn- decke	200 mm dicke Stahlbeton-rippendecke nach DIN 1045 ("Staka"-Decke). Plattendicke 60 mm, unterseitig Kalkmörtel auf Rohrgewebe. Belag 15 mm Hartguß-asphalt auf 2 mm dicken Bitumenfilzmatten		59			
3.12	Keller- decke	Balkenhohlkörperdecke (System "Esto"). Unterseitig 10 mm Rapputz. Belag 15 mm Hartguß-asphalt auf 3 mm Bitumenfilzmatten		45			
3.131	Dächer	Rohdecke einschließlich Untersicht s. 3.11. Belag 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatten, darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumenpappe		98			
3.132		Rohdecke s. 3.11. Unterseitig Holzwolle-Leichtbauplatten mit 10 mm Kalkputz. Belag auf 10 mm Kalkzementestrich 2 Lagen Bitumenpappe		95			
3.133		Kanthölzer 8/12 cm, unterseitig Kalkputz auf Rohrgewebe, darauf Steinwollematten. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")		70			
3.134		150 mm dicke Dachplatten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Unterseitig 10 mm Kalkmörtel. Als Dachhaut Asbestzement-Wellplatten ("Fulgurit")			100		

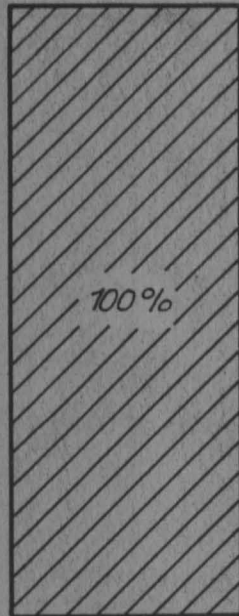
Zahlentafel 10: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{erf} = 100\%$ schlecht ← → gut				
			40	80	120	160	200
3.211	Wohnungstrennwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel			110		
3.212		150 mm dickes Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"), beidseitig je 15 mm Kalkmörtel				231	
3.221	Außenwände	250 mm dickes Kalksandsteinmauerwerk. Innen 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatte mit 15 mm Kalkputz. Außen 15 mm Kalkzementmörtel			118		
3.222		200 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel			152		
3.223		150 mm Mauerwerk aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Ytong"). Innen 15 mm Kalkmörtel, außen 15 mm Kalkzementmörtel			110		
3.23	Treppenhauswand	Ausführung wie 3.221			118		
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 3, Schnitt L-L. Schnitt durch Mauerschlus			83		
3.32		s. Abb. 4, Schnitt M-M. Schnitt durch das Dachauflager			57		
3.33		s. Abb. 5, Schnitt N-N. Schnitt durch Deckenauflager			93		

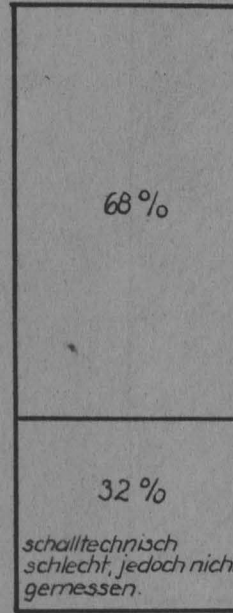
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Hannover in schalltechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

Luftschall:

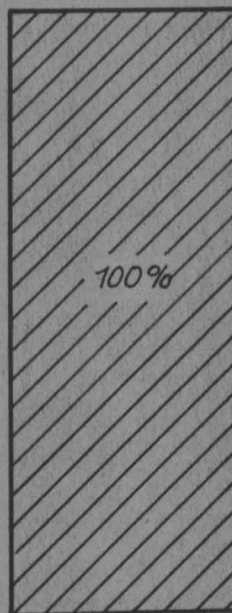


Wohnungstrenndecken

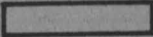



Wohnungstrennwände

Trittschall:

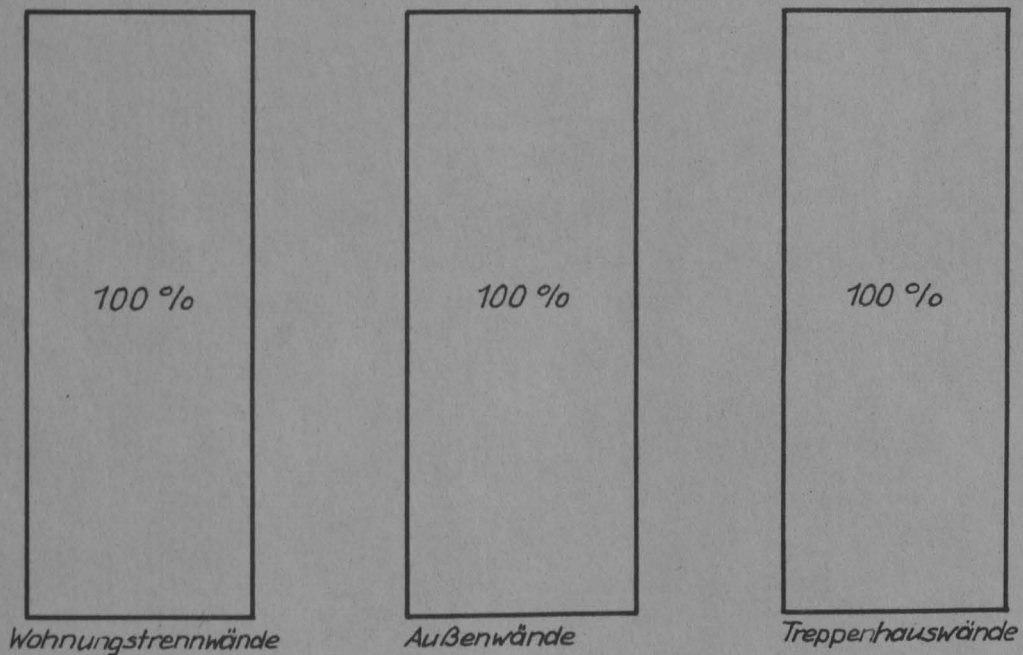
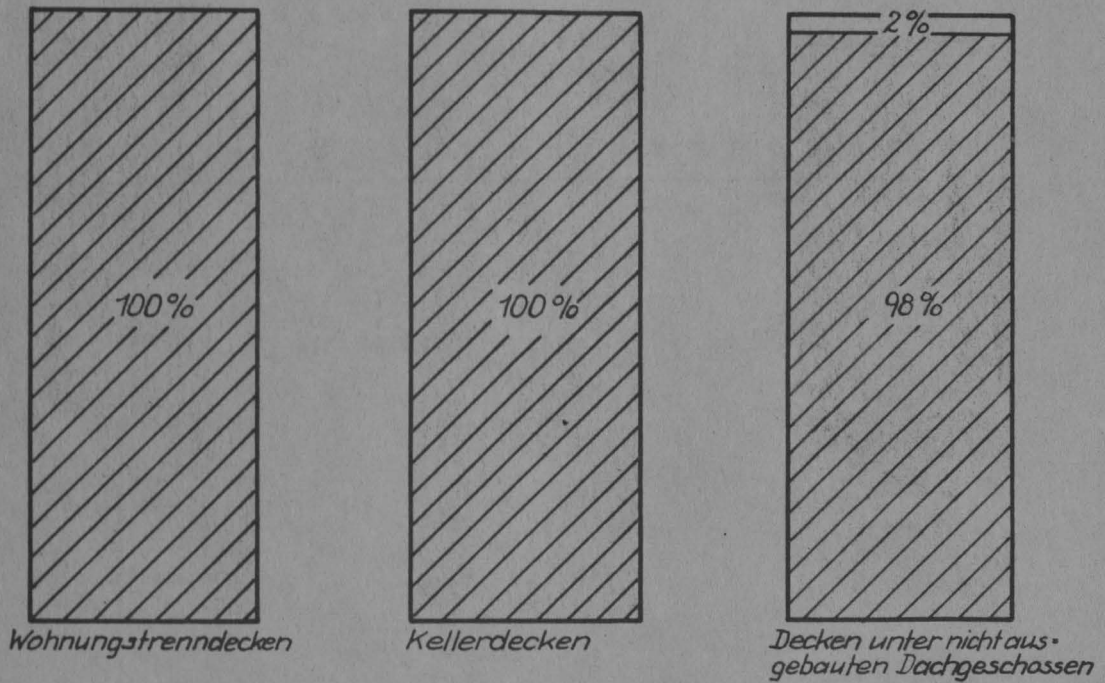


Wohnungstrenndecken

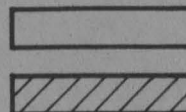
Schalltechnisch gut 
 schlecht 

Die Bauausführung der ECA-Bauten in Hannover in wärmetechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

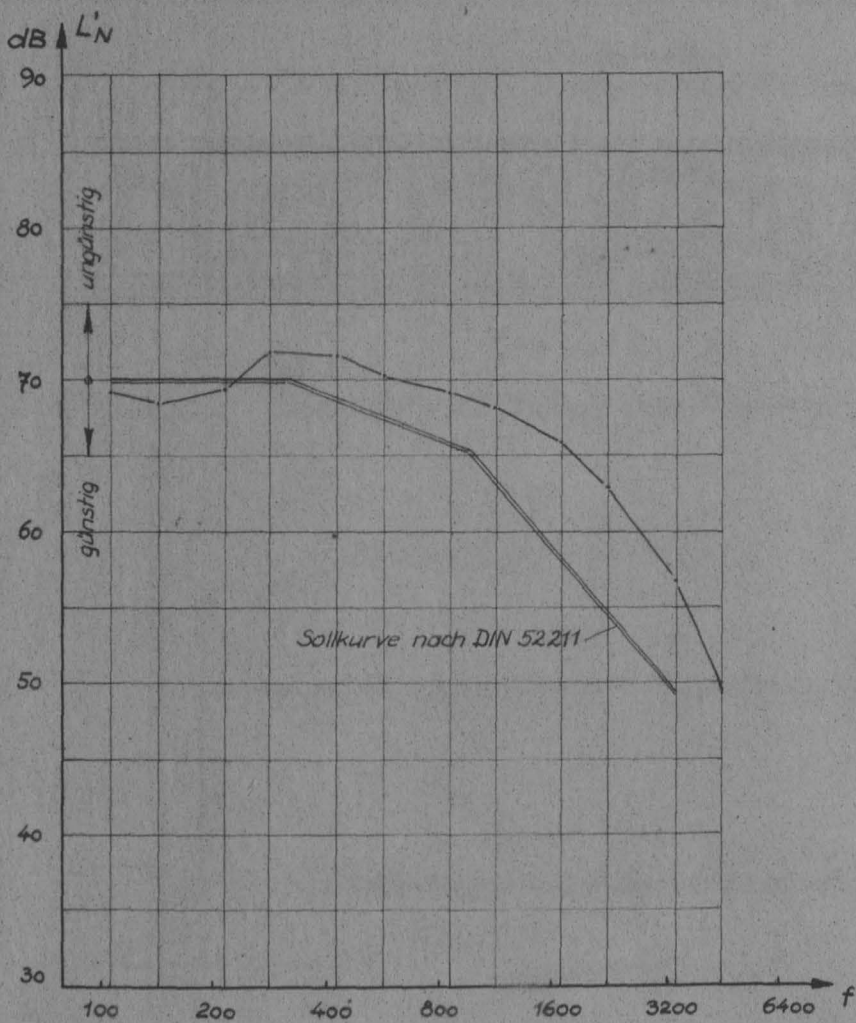
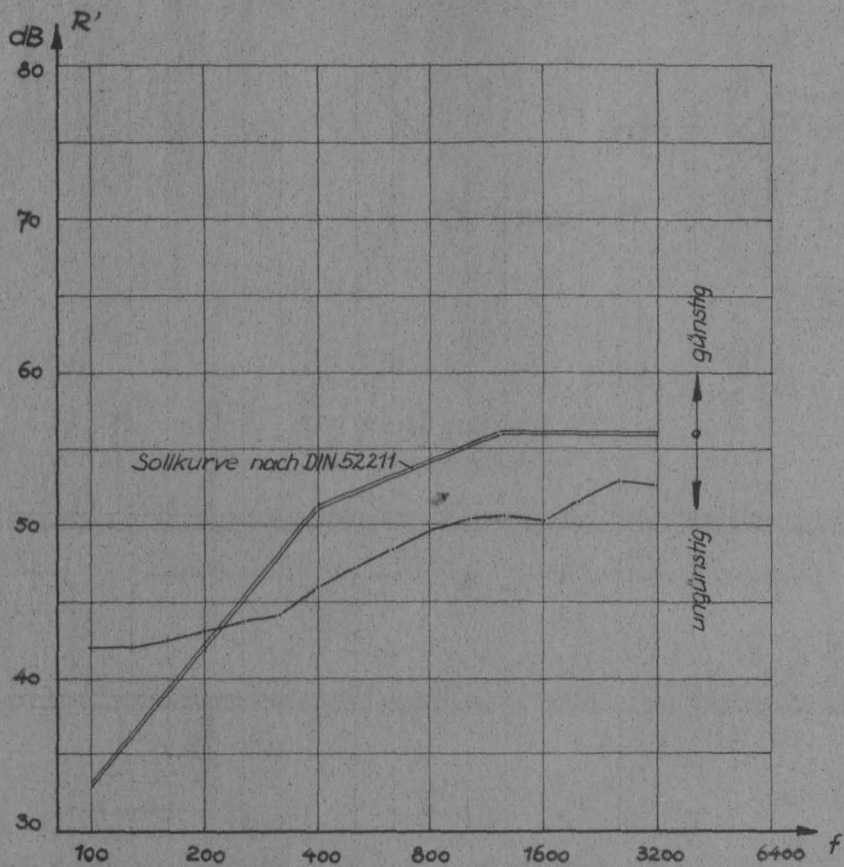


Wärmetechnisch
gut
schlecht



E C A - B a u t e n H a n n o v e r

Anlagen 1 - 3



ECA
Hannover

Luft- und Trittschalldämmung
einer Stahlbetonrippendecke, unterseitig Kalk-
putz auf Rohgewebe, als Deckenbelag auf 2 mm
dicker Bitumenfilzmatte 15 mm Hartgußasphalt-Estrich

Anlage 1

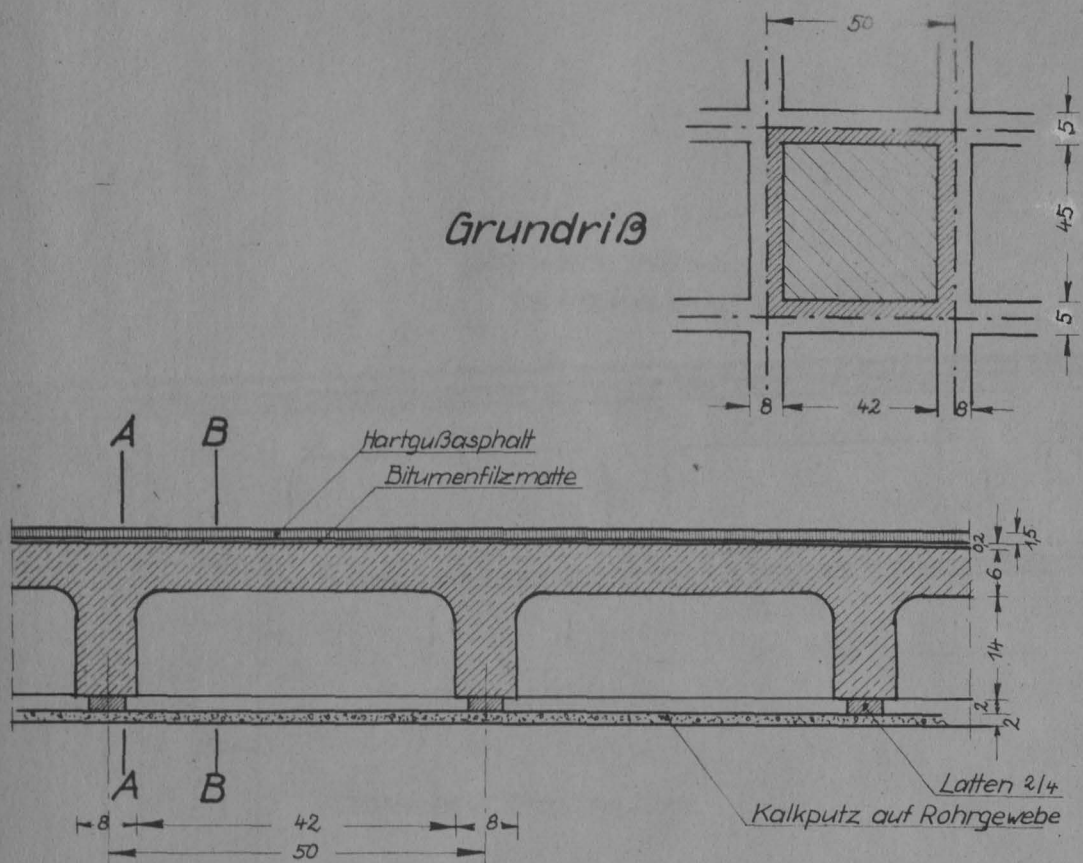


Abb.1 Querschnitt u. Grundriß durch die Wohnungstrenndecke (Typ A)

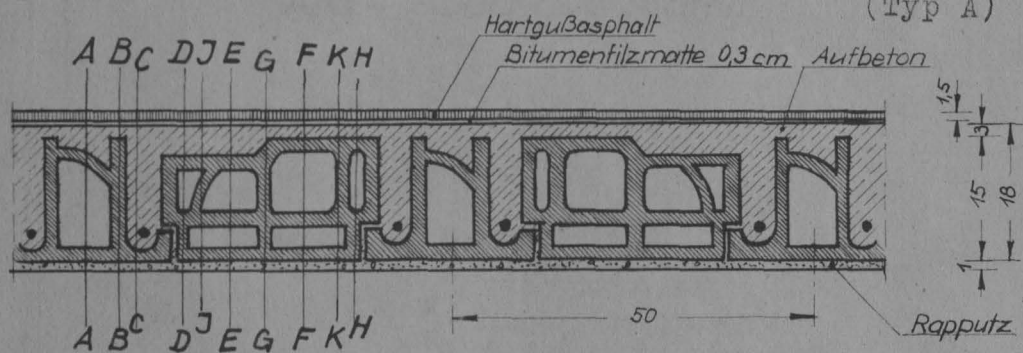


Abb.2 Querschnitt durch die Kellerdecke (Typ A und B)

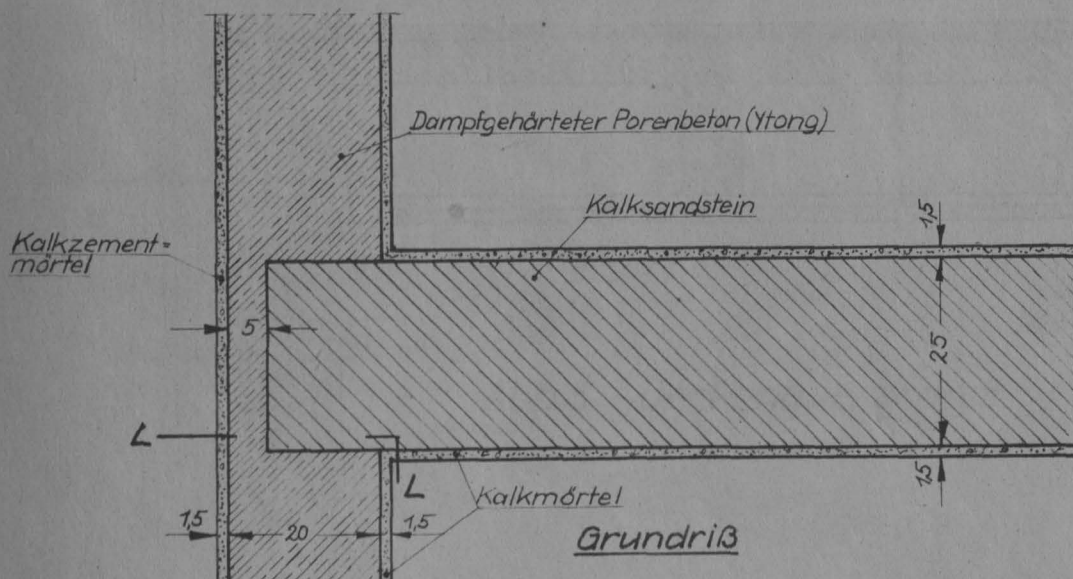


Abb.3 Brandmaueranschluß an der Außenwand (Typ A)

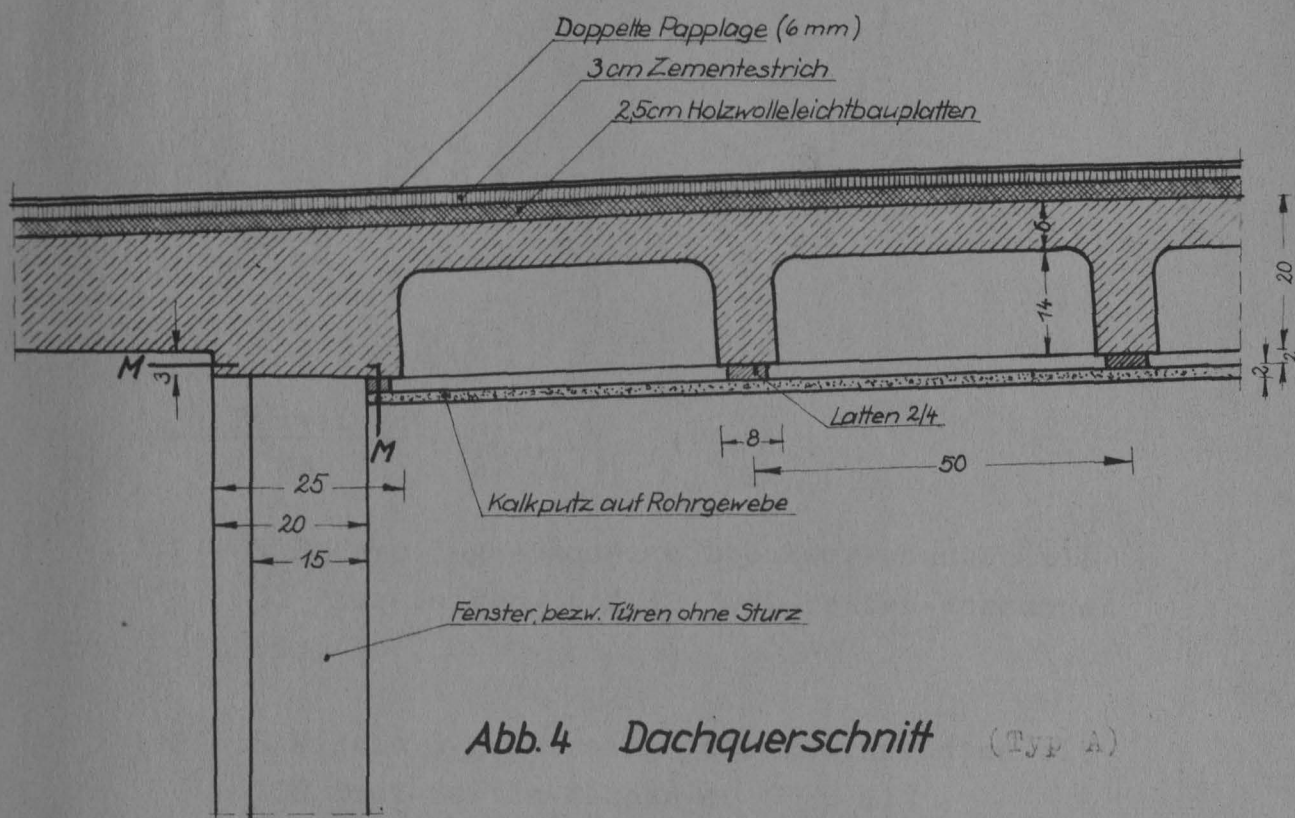


Abb. 4 Dachquerschnitt (Typ A)

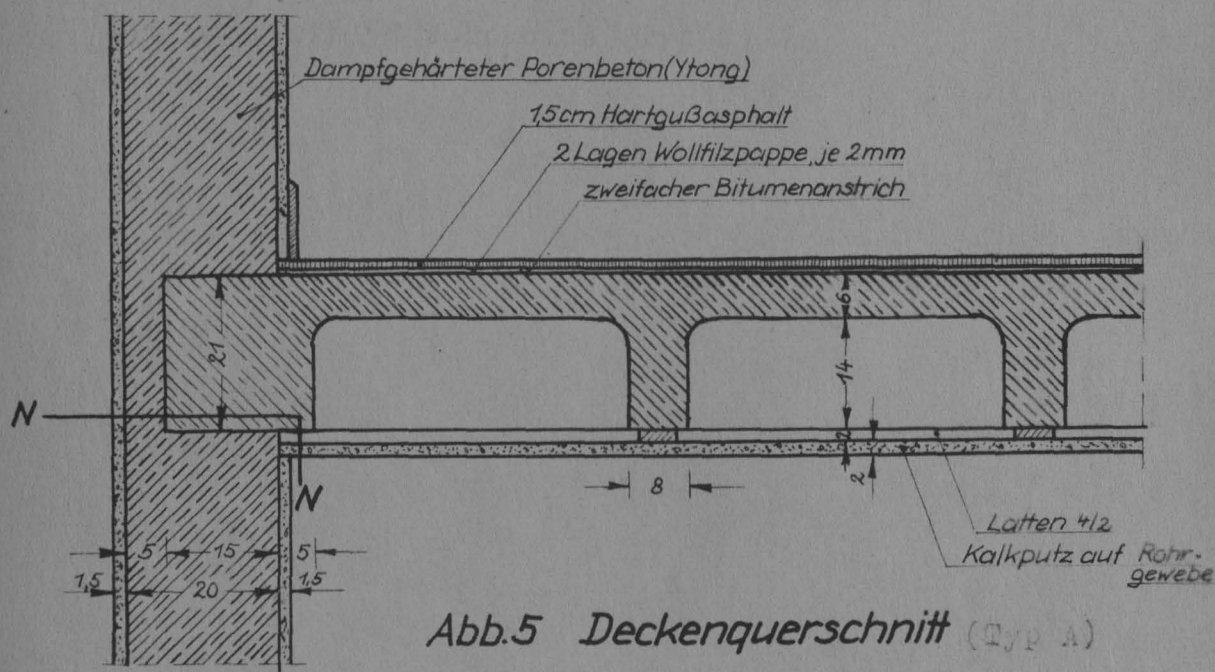


Abb. 5 Deckenquerschnitt (Typ A)

E C A - B a u t e n K r e f e l d

1. Bauweisen

- 1.1 5 Blöcke 3-geschossige Stockwerksbauten mit
30 Vier-Betten- und 30 Zwei-Betten-Wohnungen
(Typ A)
- 1.2 6 Blöcke 3-geschossige Stockwerksbauten mit
108 Drei-Betten-Wohnungen (Typ B)
- 1.3 8 Blöcke 2-geschossige Reiheneinfamilien-
häuser mit 58 Wohnungen (Typ C)

2. Bauart

Zahlentafel 1: Übersicht der Bauarten bei den ECA-Bauten in Krefeld

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ (m ²)	Fläche (m ²)	Fläche in (%)
2.111	Wohnungstrenndecken	Stahlbetonplatte nach DIN 1045 aus Ziegelsplittbeton (Körnung 0 - 25 mm), 120 mm dick, unterseitig 15 mm Kalkputz, Deckenbelag 60 mm Ziegelsplittbeton und 20 mm Steinholz	A (1019) B (2898)	3917	57
2.112		Rippendecke nach DIN 4225 mit Ziegelsplittbeton-Füllkörpern, 180 mm, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz	A (1528) B (1449)	2977	43
2.121	Kellerdecken	Stahlbetonplatte wie 2.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz	A (509) B (1449) C (1061)	3019	56
2.122		Rippendecke mit Füllkörpern wie 2.112, unverputzt, Belag 20 mm Steinholz	A (764) B (725) C (923)	2412	44
2.131	Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen	Stahlbetonplatte wie 2.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 80 mm Dämmschicht aus Ziegelsplittbeton	A (509) B (1449) C (1145)	3103	56
2.132		Rippendecke mit Füllkörpern wie 2.112, unterseitig 15 mm Kalkputz, ohne Belag	A (764) B (725) C (996)	2485	44
2.211	Wohnungstrennwände	Hüttenbims-Hohlblocksteine, beiderseitig je 15 mm Kalkputz	A (192) B (189) C (446)	827	12
2.212		Ziegelsplitt-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	A (288) B (566)	854	13
2.213		Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	A (961) B (1510) C (1603)	4074	59
2.214		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor	B (1133)	1133	16

Zahlentafel 1: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	eingebaut in Typ m ²	Fläche m ²	Fläche in (%)
2.221	Außen- wände	Hüttenbims-Hohlblock- steine, 250 mm, innen 20 mm, außen 25 mm Kalkputz	A (336) B (286) C (417)	1039	11
2.222		Ziegelsplitt-Hohl- blocksteine, 250 mm, Putz wie vor	B (857)	857	9
2.223		Naturbims-Hohlblock- steine, 250 mm, Putz wie vor	A (1682) B (2281) C (1600)	5563	57
2.224		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor	B (1714) A (504)	2218	23
				9677	100
2.231	Trep- pen- haus- wände	wie 2.211			
2.232		wie 2.212			
2.233		wie 2.213			
2.234		wie 2.214			
				ca. 1500	100

3. Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung

3.1 Decken

3.11 Wohnungstrenndecken

3.111 Die untersuchte Decke ist eine 120 mm dicke Stahlbetonplatte nach DIN 1045 mit einachsiger Bewehrung von Querschott zu Querschott. Als Zuschlagstoff ist Ziegelsplitt (Korngröße 0-25 mm) verwendet. Das Flächengewicht im eingebauten Zustand beträgt ca. 230 kg/m². Der Putz besteht aus 15 mm dickem Kalkmörtel. Als Fußbodenbelag ist auf 60 mm dickem Ziegelgrobsplittbeton (Korngröße 15-25 mm, M.V. 1 : 8) in zwei Schichten Steinholz von 20 mm Dicke verlegt. Gesamtgewicht der Decke: 370 kg/m².

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 2 dargestellt (Kurven s. Anlage 1).

Zahlentafel 2

Norm-Trittlautstärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Trittschallschutzmaß (dB)	Luftschallschutzmaß (dB)
	100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
91	45	57	51	- 6	+ 2

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, $R = 1900 \text{ kg/m}^3$, 120 mm, $\lambda = 0,87 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Ziegelgrobsplittbeton, $R = 1300 \text{ kg/m}^3$, 60 mm, $\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Steinholz, 20 mm, $\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Kalkmörtel, 15 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,06}{0,45} + \frac{0,02}{0,40} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,34 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die erforderliche Wärmedämmzahl beträgt

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 62 % des Sollwertes.

3.112 Die untersuchte Decke (System Klippel und Walther) ist eine Rippendecke nach DIN 4225, bestehend aus Füllkörpern (Ziegelsplittbeton-Hohlkörper), die zwischen tragenden Längsrippen und lastverteilenden Querrippen aus Stahlbeton (Ortbeton) liegen. Die Decke ist an der Unterseite mit 15 mm dickem Kalkmörtel verputzt (s. Anlage 5, Abb. 1). Als Fußbodenbelag ist zweischichtiges Steinholz von 20 mm Dicke verlegt.

Gesamtgewicht der Decke: 262 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 3 dargestellt (Kurven s. Anlage 2).

Zahlentafel 3

Norm-Trittlautstärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Trittschallschutzmaß (dB)	Luftschallschutzmaß (dB)
	100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
95	43	53	48	- 13	- 1

Wärmeberechnung:

Flächenberechnung der untersuchten Schnitte (s. Abb. 1).

$$\begin{array}{llll} \text{Schnitt A-A: } F = 2 \cdot (53,5 \cdot 2,5 + 62,5 \cdot 4,5) & = & 830 \text{ cm}^2 \\ \text{" B-B: } F = (57,5 + 49,5) \cdot 2 \cdot 2,0 & = & 428 \text{ cm}^2 \\ \text{" C-C: } F = 12,5 \cdot 22,75 \cdot 6 + 1,0 \cdot 22,75 \cdot 4 & = & 1798 \text{ cm}^2 \\ \text{" D-D: } F = 22,75 \cdot 2,0 \cdot 8 + 22,75 \cdot 4 & = & 455 \text{ cm}^2 \\ \text{" E-E: } F = 49,5 \cdot 3,0 & = & 148 \text{ cm}^2 \\ \text{" F-F: } F = 49,5 \cdot 2,5 \cdot 2 & = & 247 \text{ cm}^2 \\ & F = 62,5 \cdot 62,5 & = & 3906 \text{ cm}^2 = 100\% \end{array}$$

$$F_{A-A} = 21,2\%; \quad F_{D-D} = 11,65\%;$$

$$F_{B-B} = 11,0\%; \quad F_{E-E} = 3,8\%;$$

$$F_{C-C} = 46,0\%; \quad F_{F-F} = 6,35\%.$$

Zahlentafel 4
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda n} = \frac{1}{\lambda}$ m²h°/kcal	Λn kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Beton	0,16	1,75	0,09			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,02	0,42	0,048			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,208	4,81	21,2	102,00
B-B	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Beton	0,03	1,75	0,017			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,15	0,42	0,357			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,444	2,25	11,0	24,75
C-C	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,08	0,42	0,19			
	Luft	0,10		0,19			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,45	2,22	46,0	102,00
D-D	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,18	0,42	0,43			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,50	2,00	11,65	23,30
E-E	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Beton	0,03	1,75	0,017			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,035	0,42	0,083			
	Luft	0,115		0,19			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,360	2,78	3,8	10,55
F-F	Steinholz	0,02	0,40	0,05			
	Ziegelsplittbeton (R = 1400 kg/m³)	0,13	0,42	0,31			
	Luft	0,05		0,19			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,02			
			$\frac{dn}{\lambda n} =$	0,57	1,75	6,35	11,10

$$\Sigma \Lambda n \cdot F_n = 273,70$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda n \cdot F_n}{100} = 2,74 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D = \frac{1}{\Lambda_m} = \underline{\underline{0,365 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die erforderliche Wärmedämmzahl beträgt

$$D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 67% des Sollwertes.

3.12 Kellerdecken

3.121 Ausführung der Kellerdecke wie 3.111, jedoch ohne Ziegelgrobsplittbetonschicht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, R = 1900 kg/m ³ , 120 mm,	$\lambda = 0,87 \text{ kcal/mh}^\circ$
Steinholz, 20 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus ergibt sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,02}{0,40} + \frac{0,015}{0,75} = 0,208 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

Die erforderliche Wärmedämmzahl beträgt

$$D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 28% des Sollwertes.

3.122 Ausführung wie 3.112, jedoch ohne unterseitigen Putz.

Wärmeberechnung:

$$D = 0,365 - \frac{0,015}{0,75} = 0,342 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

$$D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

=====

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 46% des Sollwertes

3.13 Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen

3.131 Die Rohdecke ist unter 3.111 beschrieben. Der Deckenbelag zum Dachstuhl besteht aus 80 mm Ziegelgrobsplittbeton.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelgrobsplittbeton, $R = 1300 \text{ kg/m}^3$, 80 mm, $\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, $R = 1900 \text{ kg/m}^3$, 120 mm, $\lambda = 0,87 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 15 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus ergibt sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,08}{0,45} + \frac{0,12}{0,87} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,336 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 61% des Sollwertes.

3.132 Die Rohdecke ist unter 3.112 beschrieben (siehe dort).

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 5
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ kcal/mh°	$\frac{dn}{\lambda n} = \frac{1}{\lambda}$ m²h°/kcal	λ kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Ortbeton Ziegelsplittbeton	0,16 0,02	1,75 0,42	0,09 0,048 0,138	7,25	21,2	153,7
B-B	Ortbeton Ziegelsplittbeton	0,03 0,15	1,75 0,42	0,017 0,357 0,374	2,67	11,0	29,4
C-C	Ziegelsplittbeton Luft	0,08 0,10	0,42 -	0,19 0,19 0,38	2,63	46,0	121,0
D-D	Ziegelsplittbeton	0,18	0,42	0,43	2,33	11,65	27,2
E-E	Ortbeton Ziegelsplittbeton Luft	0,03 0,035 0,115	1,75 0,42 -	0,017 0,083 0,19 0,290	3,45	3,8	13,1
F-F	Ziegelsplittbeton Luft	0,13 0,05	0,42 -	0,31 0,19 0,50	2,00	6,35	12,7

$$\Sigma \Lambda n \cdot F_n = 357,1$$

$$\Lambda_m = \frac{\Sigma \Lambda n \cdot F_n}{100} = 3,57 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D_{\text{Rohdecke}} = \frac{1}{\Lambda} = 0,28 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D = \frac{0,015}{0,75} + D_{\text{Rohdecke}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D_{\text{erf}} = 0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 55% des Sollwertes.

3.2 Wände

3.21 Wohnungstrennwände

3.211 Die untersuchte Wand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen (s. Anlage 5, Abb. 2) aus Hüttenbims (Zweikammersteine) gemauert. Als Putz ist beidseitig je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Flächengewicht der verputzten Wand ca. 350 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 6 dargestellt (Kurven s. Anlage 3).

Zahlentafel 6

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luft- schallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
44	53	49	+ 2

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ ergeben sich zu:

Zweikammersteine (Hüttenbims), $R = 1400 \text{ kg/m}^3$,

250 mm dick,

$$\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkputz, beiderseits je 15 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,25}{0,48} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,56 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 187% des Sollwertes.

3.212 Die untersuchte Wand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen aus Ziegelsplittbeton (Zweikammersteine) gemauert. Als Putz ist beidseitig je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht. Flächengewicht der verputzten Wand ca. 350 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 7 dargestellt (Kurven s. Anlage 3).

Zahlentafel 7

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luft- schallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
42	51	47	0

Die Wärmeberechnung ist die gleiche wie bei der unter 3.211 aufgeführten Wand, da Form und Raumgewicht der Steine etwa gleich sind.

3.213 Die untersuchte Wand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen aus Naturbims (Zweikammersteine) gemauert. Als Putz ist beidseitig je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht. Flächengewicht der verputzten Wand ca. 250 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 8 dargestellt (Kurven s. Anlage 4).

Zahlentafel 8

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
39	48	44	- 3

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton (Naturbims), $R = 1000 \text{ kg/m}^3$,

250 mm dick,

$$\lambda = 0,38 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkputz, beiderseits je 15 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,25}{0,38} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,70 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 233% des Sollwertes.

3.214 Die untersuchte Wand ist aus 250 mm dickem Ziegelsplittbeton geschüttet. Als Putz ist beidseitig je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Flächengewicht der verputzten Wand ca. 350 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 9 dargestellt.

Zahlentafel 9

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
41	51	47	0 ^{x)}

x) Meßwert ist an anderer Stelle gemessen worden.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, 250 mm dick,

$$\lambda = 0,65 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkputz, beiderseits je 15 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,25}{0,65} + \frac{0,03}{0,75} = 0,43 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 143% des Sollwertes.

3.22 Außenwände

3.221 Die untersuchte Außenwand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen aus Hüttenbims (Zweikammersteine) gemauert. Als Innenputz ist 20 mm, als Außenputz 25 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Zweikammerstein, $R = 1400 \text{ kg/m}^3$, 250 mm, $\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 45 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,25}{0,48} + \frac{0,045}{0,75} = 0,58 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 129% des Sollwertes.

3.222 Die untersuchte Außenwand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen aus Ziegelsplittbeton (Zweikammersteine) gemauert. Als Innenputz ist 20 mm, als Außenputz 25 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Zweikammerstein, $R = 1400 \text{ kg/m}^3$, 250 mm, $\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 45 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,48} + \frac{0,045}{0,75} = 0,58 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 129% des Sollwertes.

3.223 Die untersuchte Außenwand ist aus 250 mm dicken Hohlblocksteinen aus Naturbims (Zweikammersteine) gemauert. Als Innenputz ist 20 mm, als Außenputz 25 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Zweikammerstein (Naturbims), 250 mm dick, $\lambda = 0,38 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 45 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,38} + \frac{0,045}{0,75} = 0,72 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 160% des Sollwertes.

3.224 Die untersuchte Außenwand ist aus 250 mm dickem Ziegelsplittbeton geschüttet. Als Innenputz ist 20 mm, als Außenputz 25 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, 250 mm dick, $\lambda = 0,65 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 45 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{0,65} + \frac{0,045}{0,75} = 0,445 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 99% des Sollwertes.

3.23 Treppenhauswände

- 3.231 Ausführung, Berechnung der Wärmedämmzahl und Bewertung wie 3.221
- 3.232 Ausführung, Berechnung der Wärmedämmzahl und Bewertung wie 3.222
- 3.233 Ausführung, Berechnung der Wärmedämmzahl und Bewertung wie 3.223
- 3.234 Ausführung, Berechnung der Wärmedämmzahl und Bewertung wie 3.224

3.3 Sonderberechnungen (s. Seite 3)

- 3.31 Horizontaler Schnitt durch den Deckenanschluß an die Außenwand (s. Abb. 3, Schnitt F-F).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Stahlbetonringanker, 120 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, zweilagig, 25 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Isolierpappe, ca 3 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 130 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 20 mm	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,12}{1,75} + \frac{0,045}{0,75} + \frac{0,003}{0,16} + \frac{0,13}{0,90} = 0,292 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 65% des Sollwertes.

3.32 Horizontaler Schnitt durch die Sohlbank (s. Abb. 4, Schnitt G-G).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Beton, 165 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Zweikammerstein (Bimsbeton), 110 mm,	$\lambda = 0,48 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,165}{1,75} + \frac{0,11}{0,48} + \frac{0,020}{0,75} = 0,350 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 78% des Sollwertes.

3.33 Horizontaler Schnitt durch die Briefkastenbatterie in der Außenwand (s. Abb. 5, Schnitt H-H).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleit Zahlen λ betragen:

Kalkmörtel, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Naturbims-Vollsteine, 120 mm	$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
Sperrholz, 8 mm,	$\lambda = 0,12 \text{ kcal/mh}^\circ$
Luftschicht, 17 mm,	$\frac{1}{\lambda} = 0,18 \text{ mh}^\circ/\text{kcal}$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,020}{0,75} + \frac{0,12}{0,45} + \frac{0,008}{0,12} + 0,18 = 0,541 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 120% des Sollwertes.

3.34 Horizontaler Schnitt durch den auf der Außenwand ruhenden Dachfuß bei den Bauarten mit Ziegelsplittbetondecken (s. Abb. 6, Schnitt J-J).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkputz, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbetonringanker, 120 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Isolierpappe, ca 3 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 50 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Deckenputz, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,020}{0,75} + \frac{0,12}{0,90} + \frac{0,003}{0,16} + \frac{0,05}{0,90} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,255 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 57% des Sollwertes.

3.35 Vertikaler Schnitt durch die auskragende Deckenplatte über dem Eingang zum Treppenhaus (s. Abb. 7, Schnitt K-K).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkputz, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatte, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 95 mm,	$\lambda = 0,90 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelgrobsplittbeton, 60 mm, $R = 1300 \text{ kg/m}^2$,	$\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$
Steinholz, 20 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,02}{0,75} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,095}{0,90} + \frac{0,06}{0,45} + \frac{0,02}{0,40}$$

$$= \underline{\underline{0,628 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 1,10 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 57% des Sollwertes.

3.36 Horizontaler Schnitt durch den auf der Außenwand ruhenden Dachfuß bei den Bauarten mit Rippendecken (Ortbetonrippen, Ziegelsplittbeton-Füllkörper) s. Abb. 8, Schnitt L-L.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkputz, 20 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatten, 25 mm,	$\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Stahlbetonringanker, 90 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Isolierpappe, ca. 3 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kiesbeton, 70 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,035}{0,75} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,09}{1,75} + \frac{0,003}{0,16} + \frac{0,07}{1,75} = \underline{\underline{0,463 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 103% des Sollwertes.

3.37 Vertikaler Schnitt durch die auskragende Deckenplatte über dem Eingang zu den Wohnungen (s. Abb. 9, Schnitt M-M).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Steinholz, 20 mm,	$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$
Beton, 160 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Ziegelsplittbeton, 20 mm, $R = 1400 \text{ kg/m}^3$,	$\lambda = 0,42 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,02}{0,40} + \frac{0,16}{1,75} + \frac{0,02}{0,42} + \frac{0,015}{0,75} = \underline{\underline{0,208 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$
$$D_{\text{erf}} = \underline{\underline{1,10 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 19% des Sollwertes.

3.38 Horizontaler Schnitt durch den Randbalken, der die Außenwand über dem Wohnungseingang trägt (s. Abb. 9, Schnitt N-N).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Stahlbeton, 250 mm, $\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkputz, außen 25 mm, innen 20 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,25}{1,75} + \frac{0,045}{0,75} = \underline{\underline{0,203 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$
$$D_{\text{erf}} = \underline{\underline{0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 45% des Sollwertes.

3.39 Horizontaler Schnitt durch den Türsturz über dem Eingang zu den Wohnungen (s. Abb. 9, Schnitt O-O).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkputz, 45 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$
Holzwohle-Leichtbauplatte, 25 mm, $\lambda = 0,08 \text{ kcal/mh}^\circ$
Naturbims-Vollsteine, 120 mm, $\lambda = 0,45 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,045}{0,75} + \frac{0,025}{0,08} + \frac{0,12}{0,45} = \underline{\underline{0,640 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$
$$D_{\text{erf}} = \underline{\underline{0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 142% des Sollwertes.

4. Beurteilung

4.1 Luft- und Trittschall

4.11 Wohnungstrenndecken

Sämtliche in der ECA-Siedlung Krefeld eingebauten Deckenkonstruktionen bieten keinen ausreichenden Trittschallschutz. Die durchgeführten Isolierungsmaßnahmen sind fast wirkungslos, der Trittschallschutz der Rohdecken wird nur gering verbessert.

Infolge des größeren Gewichtes der Stahlbetonplatte (s. 3.111) ist der Luftschallschutz günstiger als bei der Stahlbeton-Rippendecke mit Füllkörpern (s. 3.112). Der Luftschallschutz der Stahlbetonplatte mit Ziegelgrobsplitt und Steinholzbelag erfüllt die Anforderungen der DIN 52211, während die Rippendecke mit 20 mm Steinholz diesen Anforderungen nicht genügt.

4.12 Wohnungstrennwände

Die in der ECA-Siedlung Krefeld eingebauten Wohnungstrennwände genügen bis auf die 250 mm dicke Hohlblock-Naturbimswand (s. 3.213) den Anforderungen der DIN 52211. Mit einem Luftschallschutzmaß von + 2 dB hat die 250 mm dicke Wand aus Hüttenbims-Hohlblöcken von den untersuchten Wänden den günstigsten Schallschutz.

4.2 Wärmeschutz

4.21 Decken

Von den Decken erreicht keine die in DIN 4108 geforderten Wärmedämmwerte, selbst bei Berücksichtigung der verschiedenen Bodenbeläge.

4.22 Wände

Die Mehrzahl der Wände ist wärmetechnisch gut ausgeführt. Lediglich die aus Ziegelsplittbeton geschütteten Erdgeschoß-Außenwände erfüllen nicht ganz die geforderte Wärmedämmung.

4.23 Sonderberechnungen

Deckenanschlüsse, Randbalken, auskragende Deckenplatten und Sohlbänke sind sehr häufig Wärmebrücken und verursachen daher unzureichende Wärmedämmwerte (s. 3.31 - 3.38).

4.3 Zusammenfassung

Die Werte für die Schall- und Wärmedämmung sind in den Zahlentafeln 10 - 13 zusammengestellt. Die in den Tafeln angegebenen laufenden Nummern der Bauteile beziehen sich auf die Beschreibung, Abschnitt 3.

Die in Zahlentafel 10 angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Insgesamt wurden bei den ECA-Bauten in Krefeld 15 Luft- und 6 Trittschallmessungen durchgeführt.

In Zahlentafel 11 sind die Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall graphisch aufgetragen.

Zahlentafel 12 gibt eine Gegenüberstellung der berechneten und geforderten Wärmedämmwerte.

In Zahlentafel 13 sind die vorhandenen Wärmedämmwerte mit den geforderten Werten verglichen und graphisch dargestellt. Dabei ist die jeweilige geforderte Wärmedämmzahl $D_{\text{erf}} = 100\%$ gesetzt; Werte unter 100% genügen nicht den in DIN 4108 gestellten Anforderungen.

In den Schaubildern (Tafel 14 und 15) ist dargestellt, wieviel Prozent der vorhandenen Bauteile schall- bzw. wärmetechnisch gut oder schlecht ausgebildet sind.

Zahlentafel 10: Schallmeßergebnisse

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm- tritt- laut- stärke (phon)	Mittlere Schalldämm- zahl (dB)			Tritt- schallschutzmaß (dB)	Luft- schallschutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.111	Stahlbetonplatte nach DIN 1045 aus Ziegelsplittbeton (Körnung 0-25 mm) 120 mm dick, unterseitig 15 mm Kalkputz, Deckenbelag 60 mm Ziegelgrobsplittbeton und 20 mm Steinholz	91	45	57	51	- 6	+ 2
3.112	Rippendecke nach DIN 4225 mit Ziegelsplittbeton-Füllkörpern, 180 mm, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz	95	43	53	48	- 13	- 1
3.211	Hüttenbims-Hohlblocksteine, 250 mm, beidseitig je 15 mm Kalkputz	-	44	53	49	-	+ 2
3.212	Ziegelsplitt-hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	-	42	51	47	-	0
3.213	Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	-	39	48	44	-	- 3
3.214	Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor	-	41	51	47	-	0 ^{x)}

x) Meßwert ist an anderer Stelle gemessen worden.

Zahlentafel 11: Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutzmaße in dB	
		schlecht	gut
3.111	Stahlbetonplatte nach DIN 1045 aus Ziegelsplittbeton (Körnung 0 - 25 mm) 120 mm dick, unterseitig 15 mm Kalkputz, Deckenbelag 60 mm Ziegelgrob-splittbeton und 20 mm Steinholz		
3.112	Rippendecke nach DIN 4225 mit Ziegelsplittbeton-Füllkörpern, 180 mm, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz		
3.211	Hüttenbims-Hohlblocksteine, 250 mm, beidseitig je 15 mm Kalkputz		
3.212	Ziegelsplittthohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor		
3.213	Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor		
3.214	Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor		

Zahlentafel 12: Berechnete und geforderte Wärmedämmwerte

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($m^2 h^0/kcal$)	
			$D_{\text{berechnet}}$	$D_{\text{erforderlich}}$
3.111	Wohnungstrenndecken	Stahlbetonplatte nach DIN 1045 aus Ziegelsplittbeton (Körnung 0 - 25 mm) 120 mm dick, unterseitig 15 mm Kalkputz, Deckenbelag 60 mm Ziegelgrobsplittbeton und 20 mm Steinholz	0,34	0,55
3.112		Rippendecke nach DIN 4225 mit Ziegelsplittbeton-Füllkörpern, 180 mm, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz	0,365	0,55
3.121	Kellerdecken	Stahlbetonplatte wie 3.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz	0,208	0,75
3.122		Rippendecke mit Füllkörpern wie 3.112, unverputzt, Belag 20 mm Steinholz	0,342	0,75
3.131	Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen	Stahlbetonplatte wie 3.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 80 mm Dämmschicht aus Ziegelgrobsplittbeton	0,335	0,55
3.132		Rippendecke mit Füllkörpern wie 3.112, unterseitig 15 mm Kalkputz, ohne Belag	0,30	0,55
3.211	Wohnungstrennwände	Hüttenbims-Hohlblocksteine, 250 mm, beidseitig je 15 mm Kalkputz	0,56	0,30
3.212		Ziegelsplitt-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	0,56	0,30
3.213		Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	0,70	0,30
3.214		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor	0,43	0,30

Zahlentafel 12: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte $D \text{ [m}^2\text{h}^\circ / \text{kcal}]$	
			$D_{\text{berechnet}}$	$D_{\text{erforderlich}}$
3.221	Außenwände	Hüttenbims-Hohlblocksteine, 250 mm, innen 20 mm, außen 25 mm Kalkputz	0,58	0,45
3.222		Ziegelsplitt-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	0,58	0,45
3.223		Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor	0,72	0,45
3.224		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor	0,445	0,45
3.231	Trep- pen- haus- wände	wie 3.221	0,56	0,30
3.232		wie 3.222	0,56	0,30
3.233		wie 3.223	0,70	0,30
3.234		wie 3.224	0,43	0,30
3.31	Sonder- berech- nungen	s. Abb. 3, Schnitt F-F, Deckenanschluß an die Außenwand	0,292	0,45
3.32		s. Abb. 4, Schnitt G-G, Sohlbank in der Außenwand	0,350	0,45
3.33		s. Abb. 5, Schnitt H-H, Briefkastenbatterie in der Außenwand	0,541	0,45
3.34		s. Abb. 6, Schnitt J-J, Dachfuß auf der Außenwand	0,255	0,45
3.35		s. Abb. 7, Schnitt K-K, auskragende Deckenplatte	0,628	1,10
3.36		s. Abb. 8, Schnitt L-L, Dachfuß auf der Außenwand	0,463	0,45
3.37		s. Abb. 9, Schnitt M-M, auskragende Deckenplatte	0,208	1,10
3.38		s. Abb. 9, Schnitt N-N, Randbalken über Wohnungseingang	0,203	0,45
3.39		s. Abb. 9, Schnitt O-O, Türsturz über dem Eingang	0,640	0,45

Zahlentafel 13: Übersicht des rechnerisch ermittelten Wärmeschutzes

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = 1/\Lambda$ in %				
			$D_{\text{erf}} = 100\%$				
			schlecht				gut
3.111	Wohnungstrenndecken	Stahlbetonplatte nach DIN 1045 aus Ziegelsplittbeton (Körnung 0 - 25 mm) 120 mm dick, unterseitig 15 mm Kalkputz, Deckenbelag 60 mm Ziegelgrobsplittbeton und 20 mm Steinholz	-40	-80	+120	+160	+200
				62			
3.112		Rippendecke nach DIN 4225 mit Ziegelsplittbeton-Füllkörpern, 180 mm, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz		67			
3.121	Kellerdecken	Stahlbetonplatte wie 3.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 20 mm Steinholz		28			
3.122		Rippendecke mit Füllkörpern wie 3.112, unverputzt, Belag 20 mm Steinholz		46			
3.131	Decken unter nicht ausgebauten Dachgeschoss	Stahlbetonplatte wie 3.111, unterseitig 15 mm Kalkputz, Belag 80 mm Dämmschicht aus Ziegelgrobsplittbeton		61			
3.132		Rippendecke mit Füllkörpern wie 3.112, unterseitig 15 mm Kalkputz, ohne Belag		55			
3.211	Wohnungstrennwände	Hüttenbims-Hohlblocksteine, 250 mm, beidseitig je 15 mm Kalkp.			187		
3.212		Ziegelsplitt-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor			187		
3.213		Naturbims-Hohlblocksteine, 250 mm, Putz wie vor			233		
3.214		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor			143		

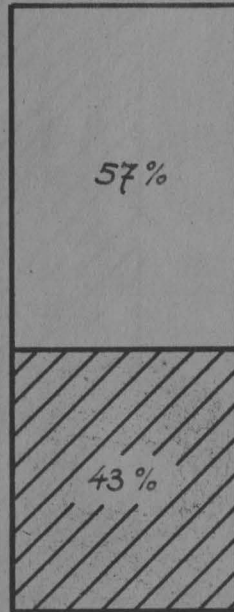
Zahlentafel 13: (Fortsetzung)

Nr.	Bau- teil	Beschreibung der Kon- struktion	Wärmedämmzahl $D = 1/\Delta$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht \longleftrightarrow gut				
			40	80	120	160	200
3.221	Außen- wände	Hüttenbims-Hohlblock- steine, 250 mm, innen 20 mm Kalkputz, außen 25 mm Kalkputz			129		
3.222		Ziegelsplitt-Hohl- blocksteine, 250 mm, Putz wie vor			129		
3.223		Naturbims-Hohlblock- steine, 25 cm, Putz wie vor			160		
3.224		Ziegelsplittbeton, 250 mm, Putz wie vor		99			
3.231	Trep- pen- haus- wände	wie 3.221			187		
3.232		wie 3.222			187		
3.233		wie 3.223			233		
3.234		wie 3.224			143		
3.31	Son- der- be- rech- nun- gen	s. Abb. 3, Schnitt F-F, Deckenanschluß an die Außenwand		65			
3.32		s. Abb. 4, Schnitt G-G, Sohlbank in der Außenwand		78			
3.33		s. Abb. 5, Schnitt H-H, Briefkastenbatte- rie in der Außenwand			120		
3.34		s. Abb. 6, Schnitt J-J, Dachfuß auf der Außenwand		57			
3.35		s. Abb. 7, Schnitt K-K, auskragende Deckenplatte		57			
3.36		s. Abb. 8, Schnitt L-L, Dachfuß auf der Außenwand			103		
3.37		s. Abb. 9, Schnitt M-M, auskragende Deckenplatte	19				
3.38		s. Abb. 9, Schnitt N-N, Randbalken über Wohnungseingang	45				
3.39		s. Abb. 9, Schnitt O-O, Türsturz über dem Eingang			142		

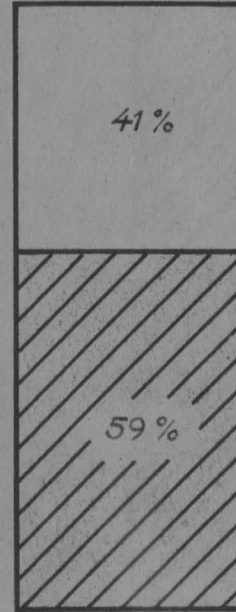
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Krefeld in schalltechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

Luftschall:

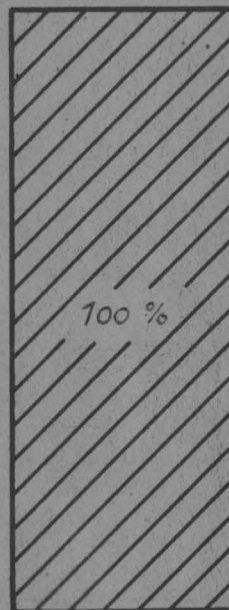


Wohnungstrenndecken

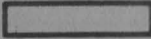



Wohnungstrennwände

Trittschall:

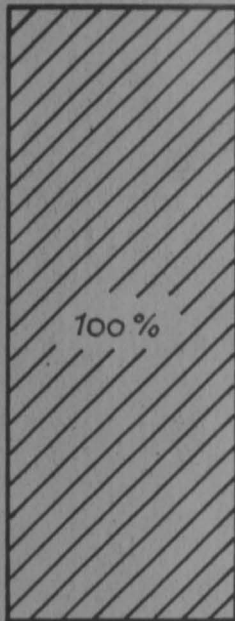


Wohnungstrenndecken

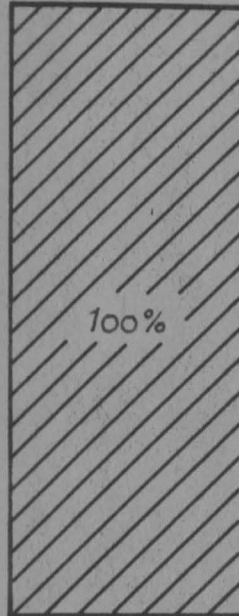
Schalltechnisch gut 
 schlecht 

Die Bauausführung der ECA-Bauten in Krefeld in wärmetechnischer Hinsicht

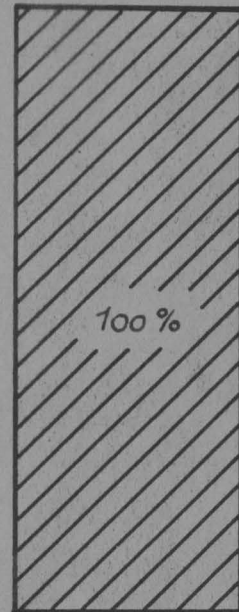
(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)



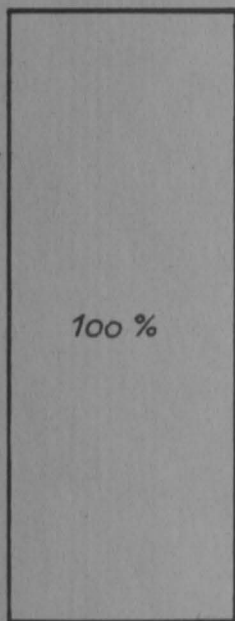
Wohnungstrenn-
decken



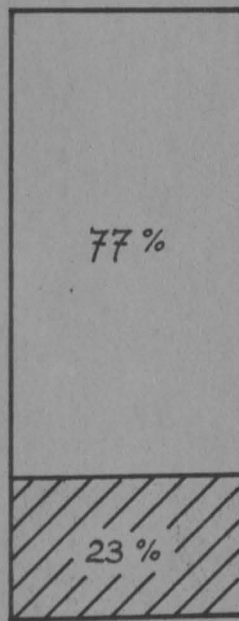
Kellerdecken



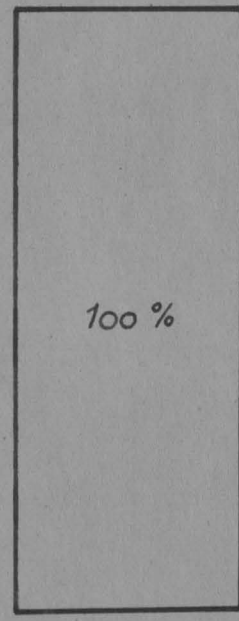
Decken unter nicht aus-
gebauten Dachgeschossen



Wohnungstrennwände

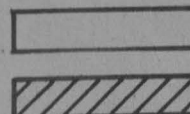


Außenwände



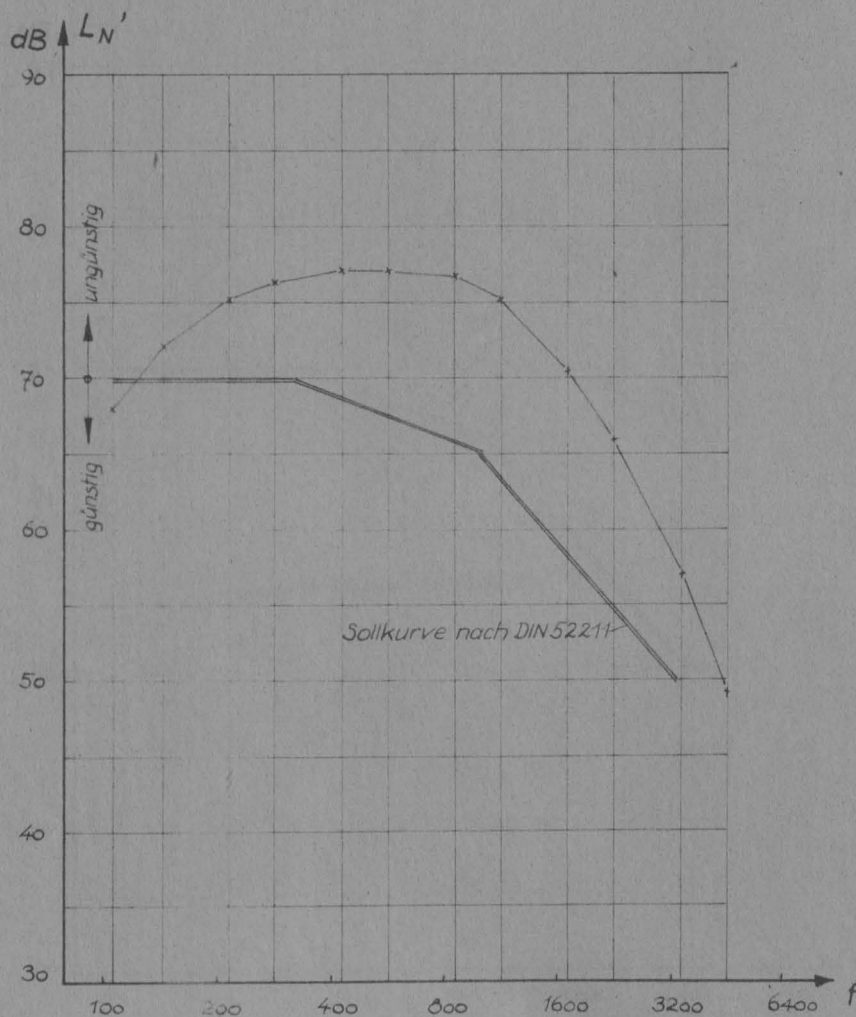
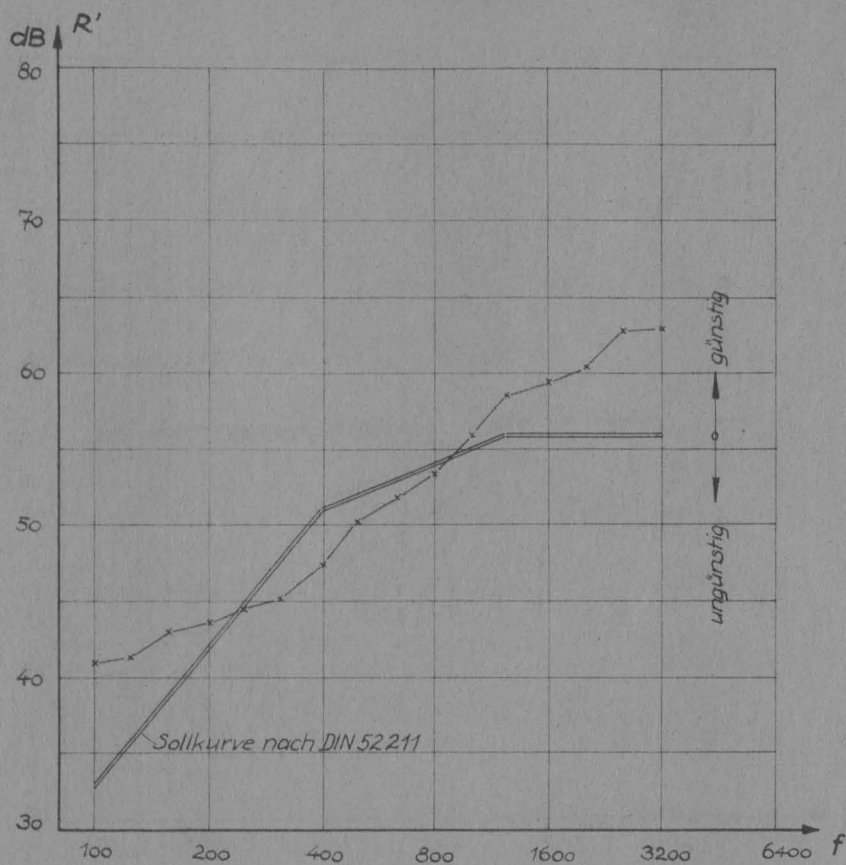
Treppenhauswände

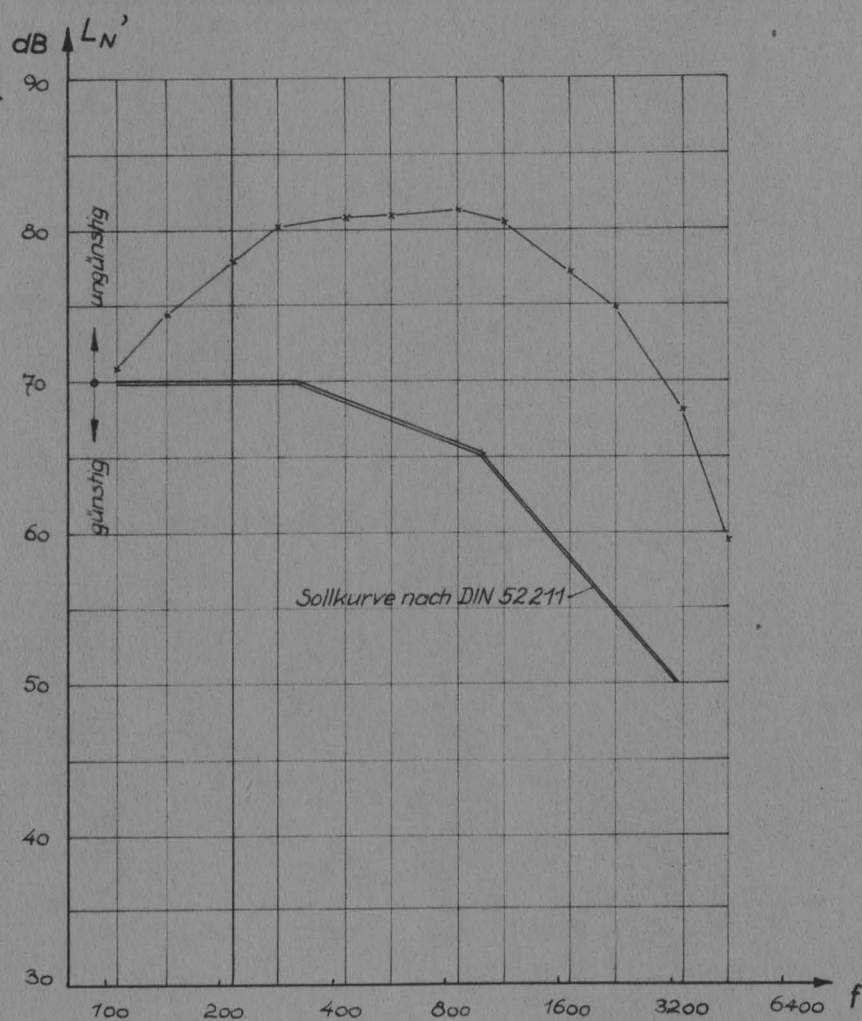
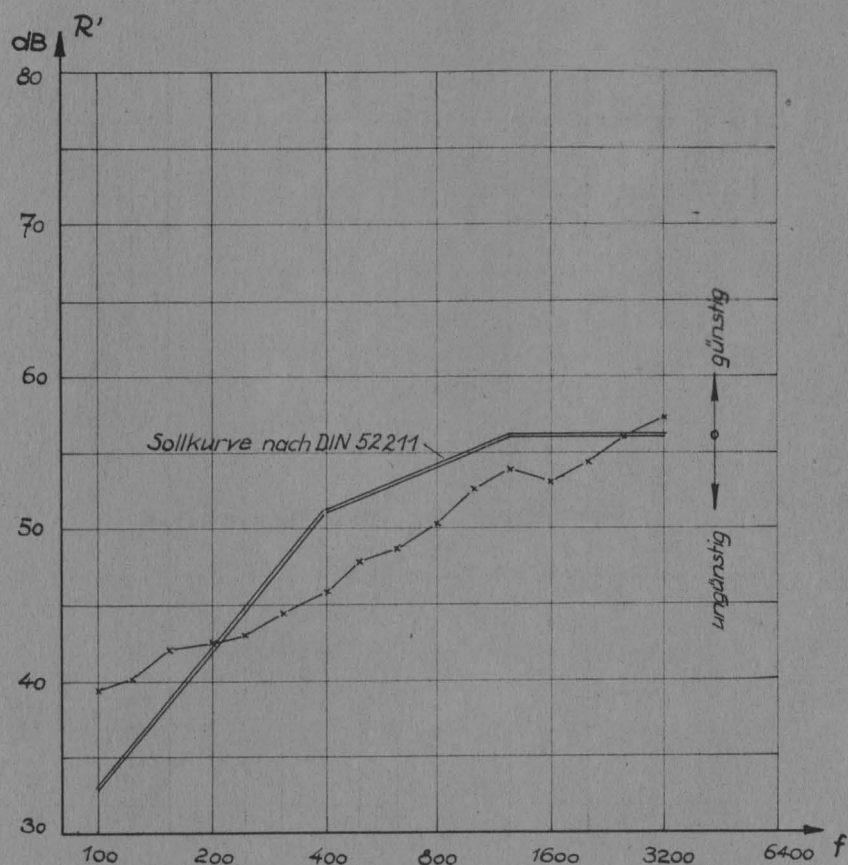
Wärmetechnisch
gut
schlecht



E C A K r e f e l d

Anlagen 1 - 8

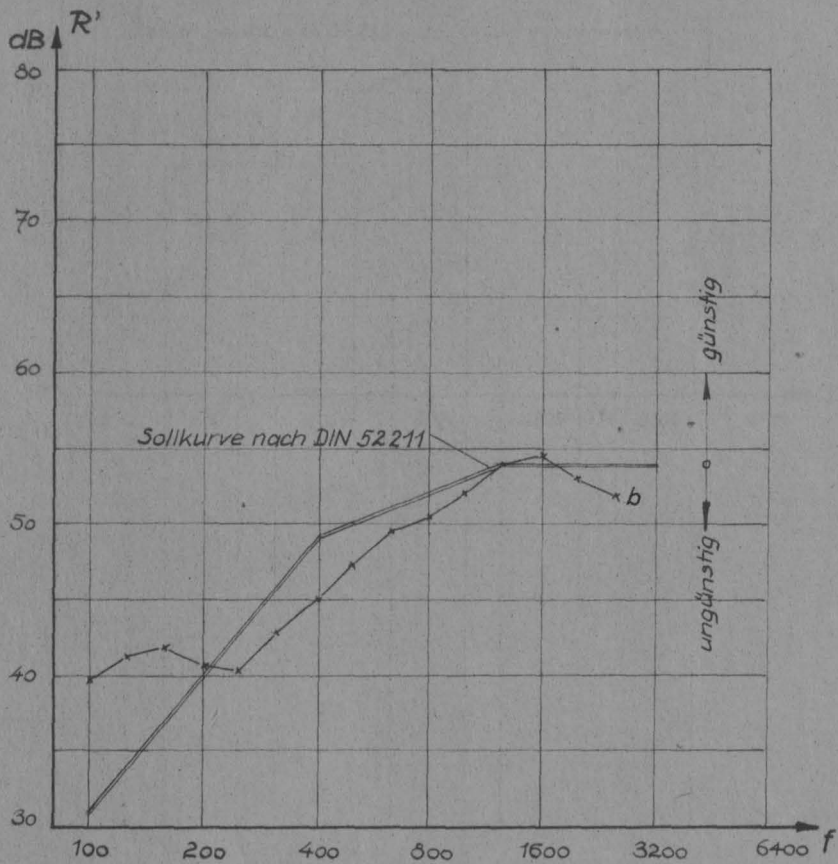
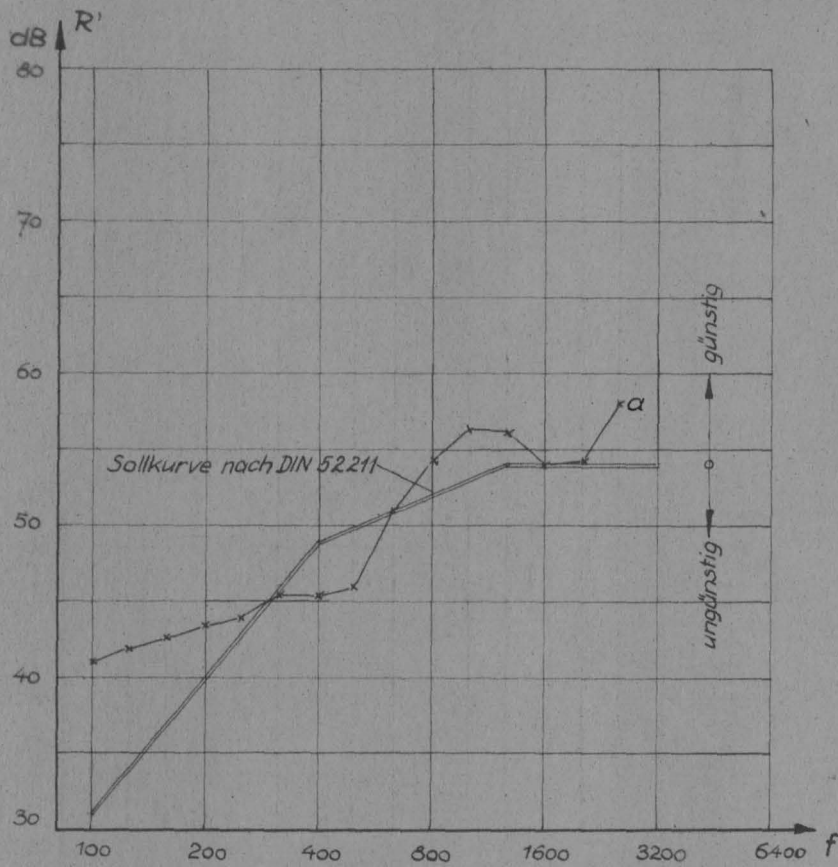




ECA - Krefeld

Luft- und Trittschalldämmung
 einer Rippendecke nach DIN 4225 mit Füllkörpern
 180mm dick, unterseitig 15mm Kalkputz, Belag
 20mm Steinholz

Anlage 2

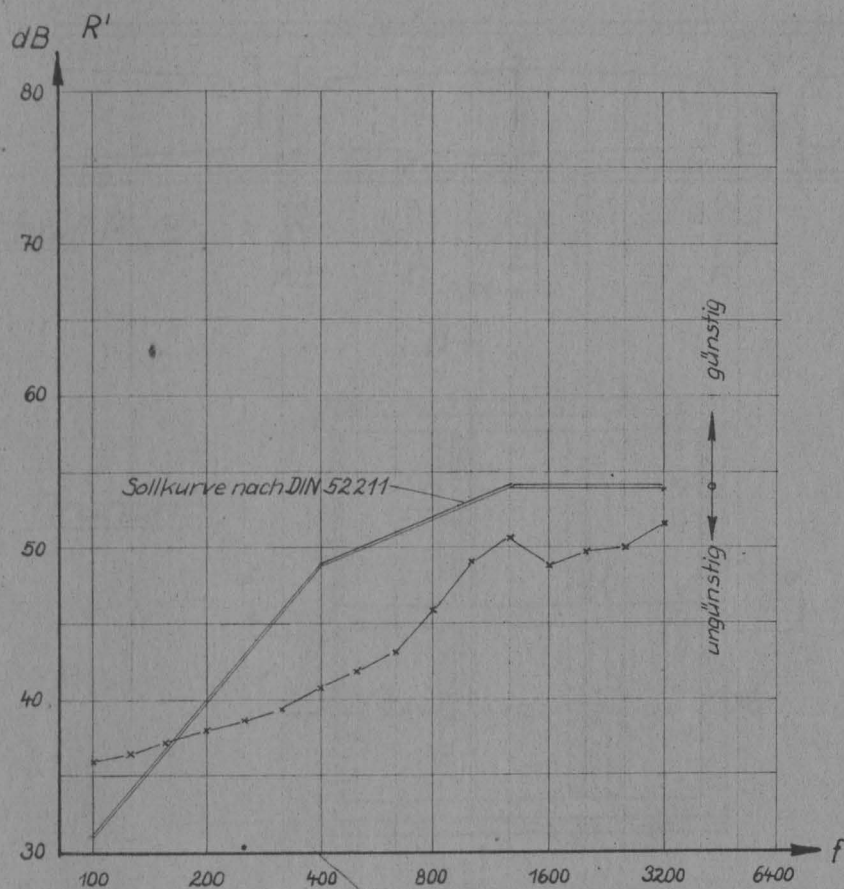


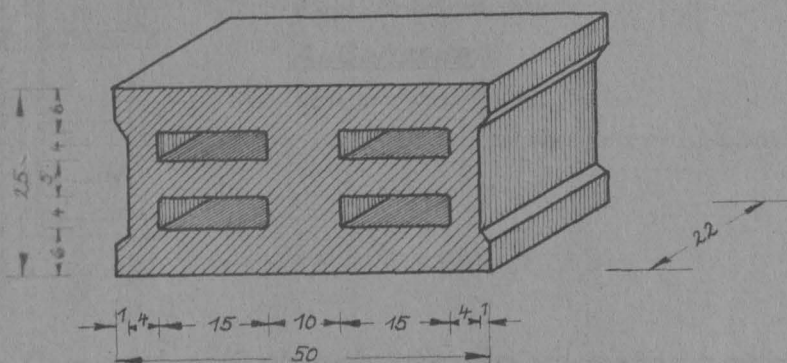
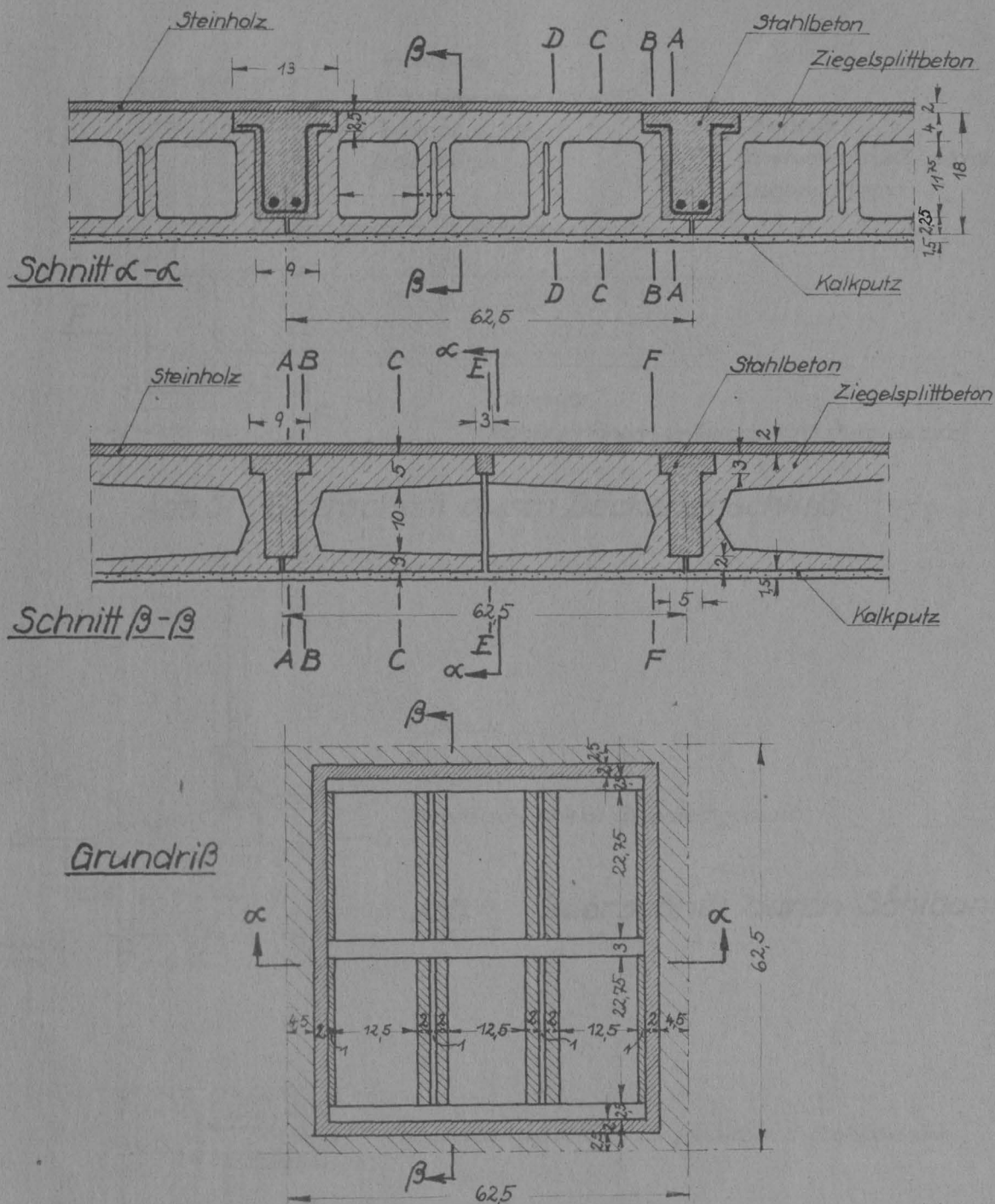
ECA - Krefeld

Luftschalldämmung

von Wänden a) aus 250 mm dicken Hüttenbimsb.-Hohlblocksteinen, b) aus 250 mm dicken Ziegelsplittbetonhohlblocksteinen, die beiderseits mit je 15 mm Kalkmörtel verputzt sind.

Anlage 3





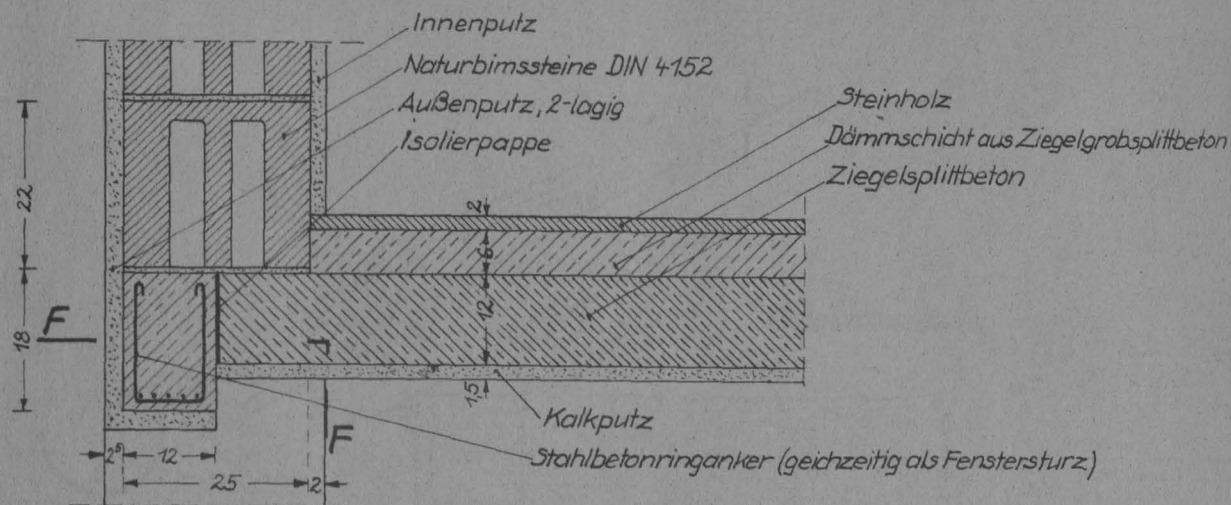


Abb. 3 Querschnitt durch Deckenanschluß (Typ A)

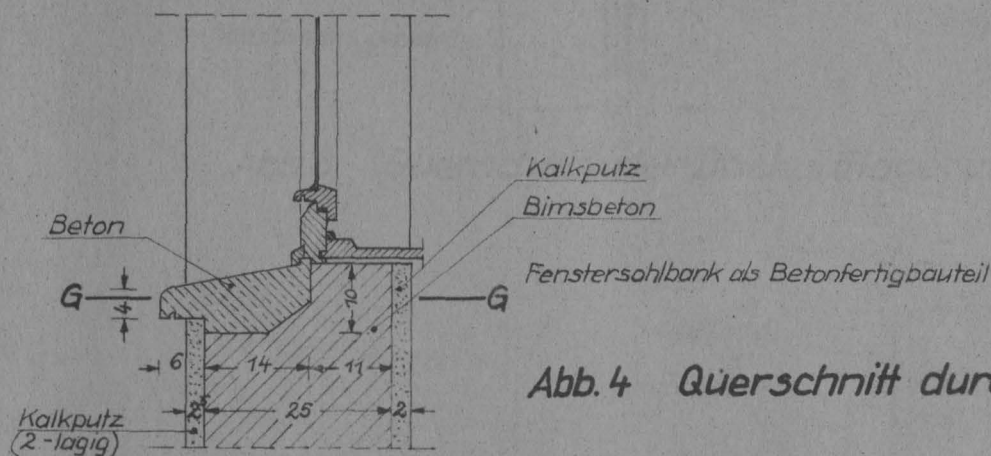


Abb. 4 Querschnitt durch Sohlbank (Typ A)

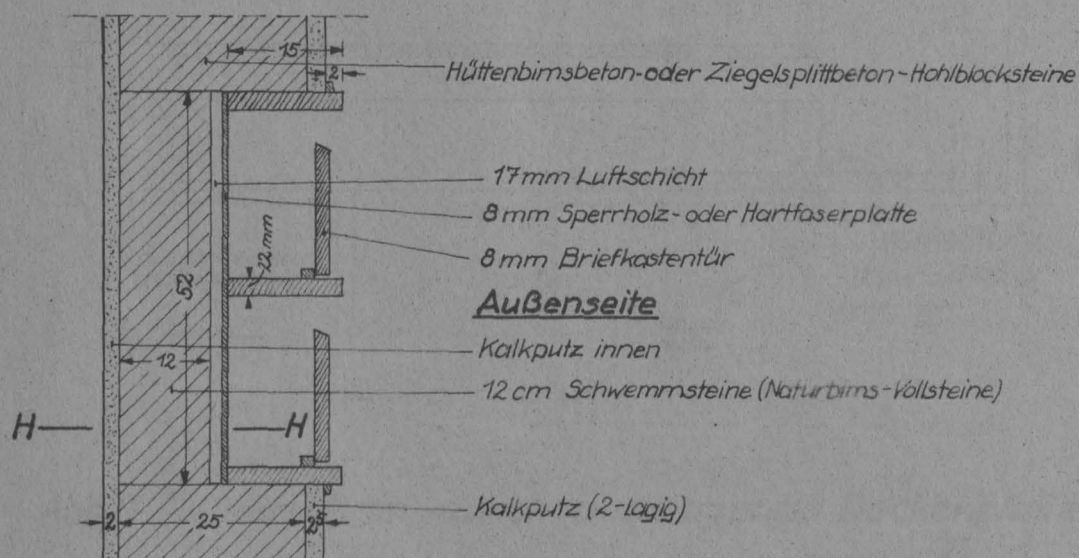


Abb. 5 Querschnitt durch die Briefkastenbatterie (Typ A)

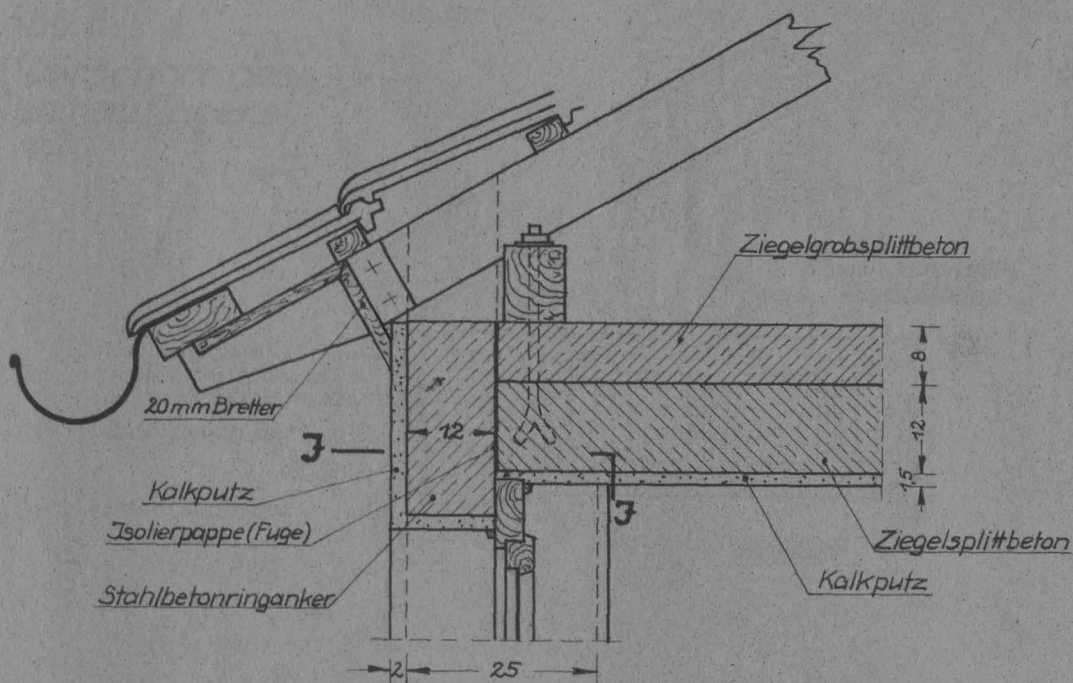


Abb. 6 Querschnitt der Dachauflagerung (Typ C)

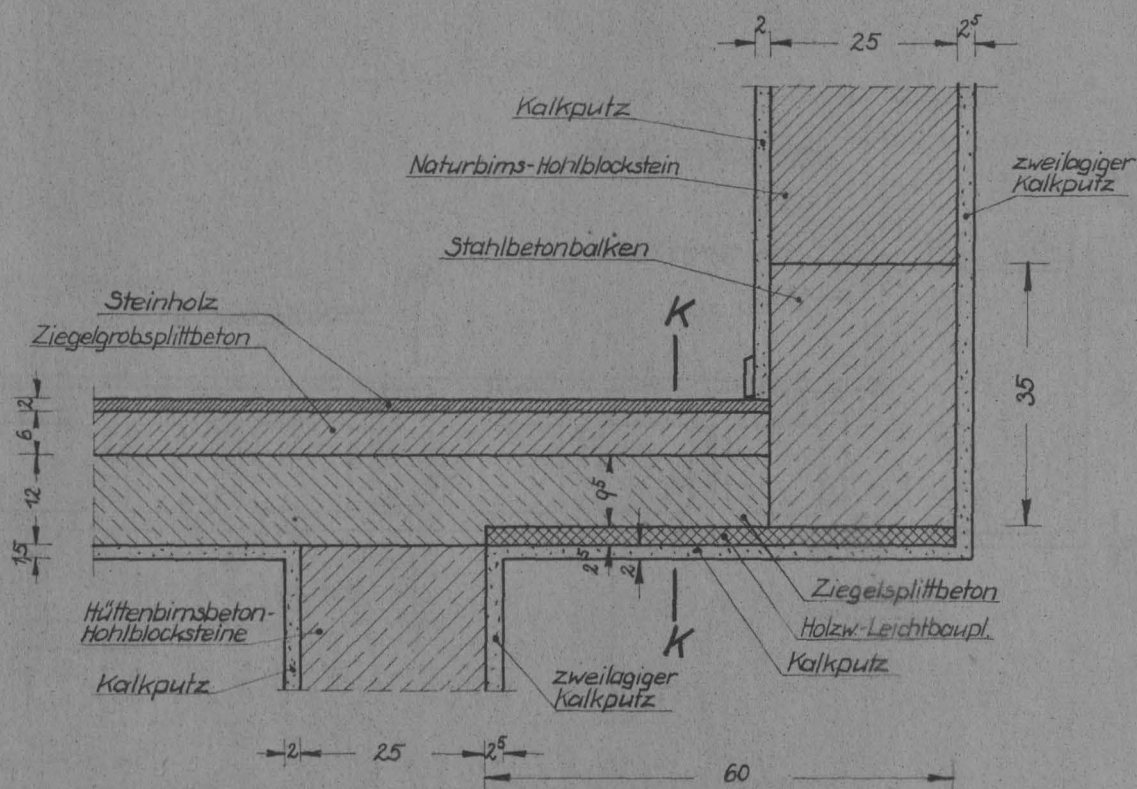


Abb. 7 Querschnitt durch auskragende Deckenplatte (Typ C)

Abb. 8
Querschnitt des
Dachauflagers
(Typ A)

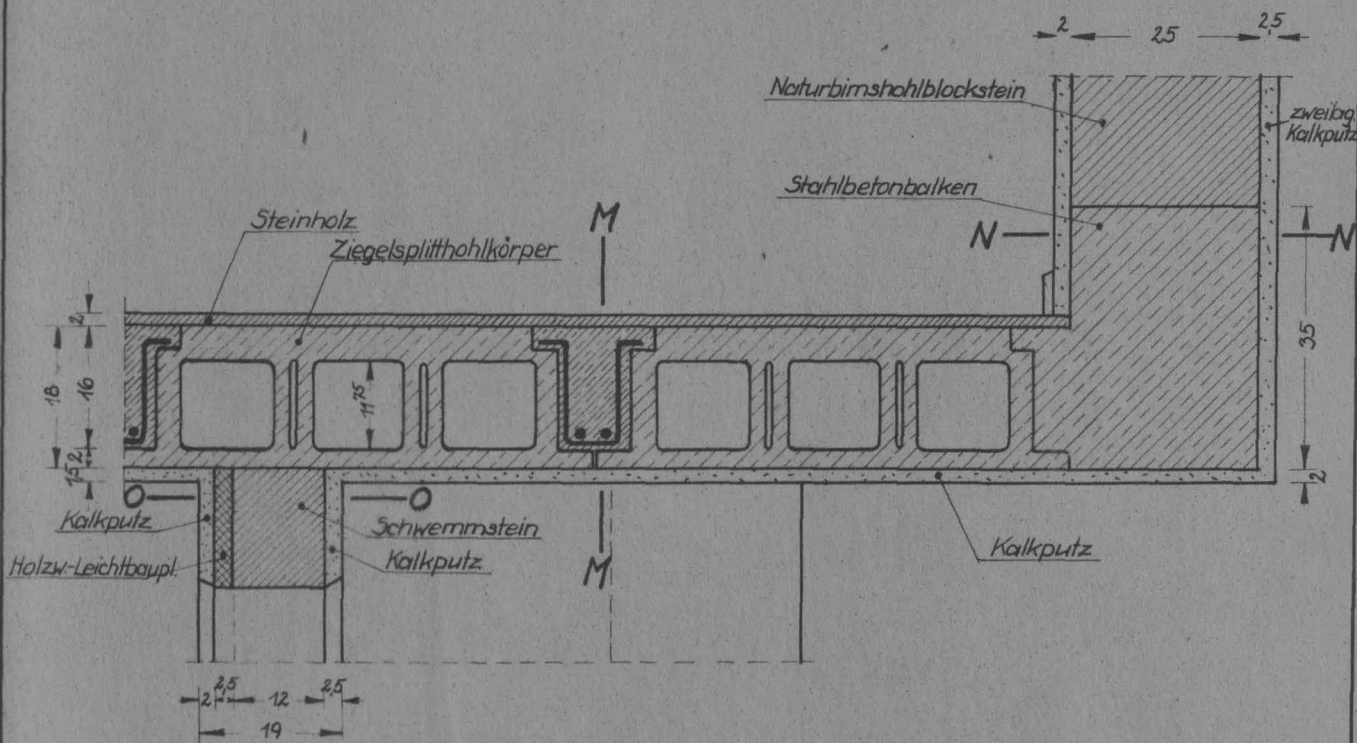
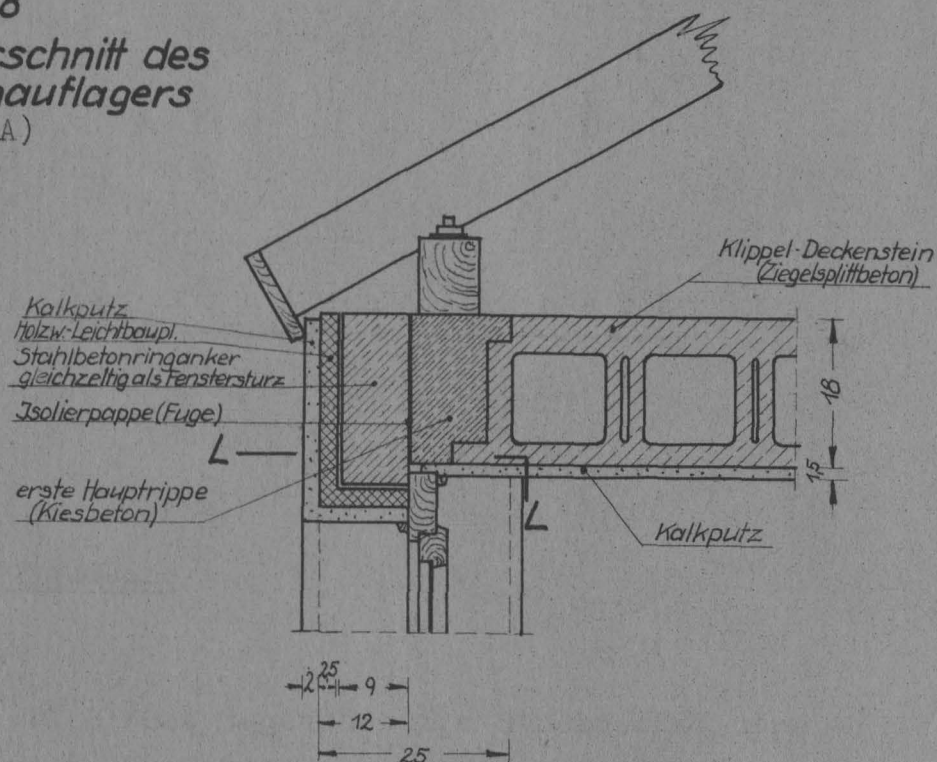


Abb. 9 Deckenquerschnitt (Typ C)

E C A - B a u t e n L ü b e c k

1. Bauweise

12 Blöcke 3-geschossige Stockwerksbauten
mit 216 Wohnungen (Typ A).

2. Bauart

Zahlentafel 1: Übersicht der Bauarten bei den ECA-Bauten in Lübeck

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Fläche m ²	Fläche %
2.11	Wohnungstrenn- decke	Rippendecke mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen aus Stahlbeton, Platte 30 mm dick, kreuzweise bewehrt. Holzwolle-Füllkörper sind unterseitig mit 15 mm dickem Kalkmörtel verputzt. Als Fußbodenbelag auf Glaswolle- matten (g = 1500 g/m ²) 35 mm Zement- estrich x ("Pieper-Decke")	7574	100
2.12	Keller- decke	Auf 75 mm dicken, bewehrten Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit") 45 mm Steinholzestrich. Als Gehschicht ca. 7 mm Industrieboden ("Zellulose")	3787	100
2.13	Dach	Stahlbetonplatte, 120 mm dick, Betonzuschlagstoff Ziegelsplitt. Unterseitig 15 mm Kalkmörtel. Als Belag auf doppeltem Asphaltanstrich 100 mm dicke Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"). Darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumen-Dachpappe	3787	100
2.21	Wohnungstrenn- wand	230 mm dicke Kalksandsteinwand. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	ca. 3240	100
2.22	Außen- wand	Wand aus 200 mm dickem dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), außen 12 mm Kalkzement-, innen 12 mm Kalkmörtel	20592	100
2.23	Treppen- hauswand	Ausführung wie 2.21	ca. 2400	100

3. Baubeschreibung, Meßergebnisse, Wärmeberechnung

3.1 Decken

3.11 Wohnungstrenndecke

Die untersuchte Rohdecke ("Pieper-Decke") ist eine Rippendecke mit 30 mm breiten, gekreuzten Rippen aus Stahlbeton im Abstand von 625 mm. Die statisch wirksame, 30 mm dicke Mörteldruckschicht ist kreuzweise bewehrt. Die zementgebundenen Holzwollefüllkörper sind unterseitig mit 15 mm dickem Kalkmörtel verputzt. Als Fußboden liegt auf 8 mm dicken Glaswolle-matten ($g = 1500 \text{ g/m}^3$) 35 mm Zementestrich (s. Anlage 4, Abb. 1).

Gesamtgewicht der Rohdecke ca. 190 kg/m^2 .

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Decke sind in Zahlentafel 2 dargestellt (Kurven s. Anlage 1).

Zahlentafel 2

Bauteil	Norm-Tritt-laut-stärke (phon)	Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Tritt-schallschutzmaß (dB)	Luft-schallschutzmaß (dB)
		100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
Rohdecke	106	36	46	42	- 27	- 9
Rohdecke mit schwimmendem Estrich auf Glaswolle-matten	91	37	53	46	- 5	- 5

Wärmeberechnung:

Zahlentafel 3
Wärmedämmzahlberechnung

Schnitt	Stoff	Dicke in m	λ_n kcal/mh°	$\frac{d_n}{\lambda_n} = \frac{1}{\Lambda_n}$ m²h°/kcal	Λ_n kcal/m²h°	Flächen- anteil in %	$\Lambda_n \cdot F_n$ kcal/h°
A-A	Zementestrich	0,035	1,20	0,029			
	Glaswollematten	0,008	0,035	0,229			
	Beton	0,03	1,75	0,017			
	zementgeb. Holzwolle- Füllkörper	0,14	0,10 ^{x)}	1,400			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,020			
			$\frac{d_n}{\lambda_n} =$	1,695	0,59	46,3	27,4
B-B	Zementestrich	0,035	1,20	0,029			
	Glaswollematten	0,008	0,035	0,229			
	Beton	0,038	1,75	0,022			
	Füllkörper	0,132	0,10	0,132			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,020			
			$\frac{d_n}{\lambda_n} =$	1,620	0,62	21,7	13,5
C-C	Zementestrich	0,035	1,20	0,029			
	Glaswollematten	0,008	0,035	0,229			
	Beton	0,15	1,75	0,286			
	Füllkörper	0,02	0,10	0,200			
	Kalkputz	0,015	0,75	0,020			
			$\frac{d_n}{\lambda_n} =$	0,564	1,77	32,0	56,7

x) Nach DIN 4108 beträgt die Wärmeleit-
zahl $\lambda = 0,07$ kcal/mh° für Holz-
wolle-Leichtbauplatten ≥ 50 mm; da
jedoch die Füllkörper fester gebun-
den sind (mehr Zement), wurde
 $\lambda = 0,10$ kcal/mh° angenommen.

$$\sum \Lambda_n \cdot F_n = 97,6$$

$$\Lambda_m = \frac{\sum \Lambda_n \cdot F_n}{100} = 0,976 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ$$

$$D = \frac{1}{\Lambda_m} = \underline{\underline{1,024 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$D_{\text{erf}} = \underline{\underline{0,55 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 186% des Sollwertes.

3.12 Kellerdecke

Die untersuchte Kellerdecke besteht aus 75 mm dicken, bewehrten Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), auf die ein 45 mm dicker Steinholz-Estrich aufgebracht ist. Als Nutzschicht dient ein ca. 7 mm dicker Industrieboden ("Zellulose") s. Anlage 4, Abb. 2.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"),

75 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Steinholz, 45 mm,

$$\lambda = 0,40 \text{ kcal/mh}^\circ$$

"Zellulose"-Gehschicht, ca. 7 mm,

$$\lambda = 0,60 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,075}{0,25} + \frac{0,045}{0,40} + \frac{0,007}{0,60} = \underline{\underline{0,424 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,75 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht also nur 57% des Sollwertes.

3.13 Dach (gleichzeitig oberer Raumabschluß)

Die Rohdecke ist eine 120 mm dicke Stahlbetonplatte nach DIN 1045 mit Ziegelsplitt als Zuschlagstoff, die nach oben hin mit doppeltem Asphaltanstrich isoliert ist. Darauf liegen 100 mm dicke Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), 20 mm dicker bewehrter Zementestrich und 2 Lagen bituminierte Dachpappe

(333 g/m² unbesandet und 500 g/m² besandet). Unterseitig ist die Rohdecke mit 15 mm Kalkmörtel verputzt (s. Anlage 5, Abb. 4).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Ziegelsplittbeton, 120 mm,	$\lambda = 0,50 \text{ kcal/mh}^\circ$
Asphaltnstrich, ca. 3 mm,	$\lambda = 0,15 \text{ kcal/mh}^\circ$
dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"), 100 mm,	$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$
Zementestrich, 20 mm,	$\lambda = 1,20 \text{ kcal/mh}^\circ$
2 Lagen bituminierte Dachpappe (333 g/m ² unbesandet und 500 g/m ² besandet), ca. 5 mm,	$\lambda = 0,16 \text{ kcal/mh}^\circ$
Kalkmörtel, 15 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$\begin{aligned} D &= \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,12}{0,50} + \frac{0,003}{0,15} + \frac{0,10}{0,25} + \frac{0,02}{1,20} + \frac{0,005}{0,16} + \frac{0,015}{0,75} \\ &= \underline{\underline{0,728 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \\ D_{\text{erf}} &= \underline{\underline{0,65 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \end{aligned}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 112% des Sollwertes.

3.2 Wände

3.21 Wohnungstrennwand

Die untersuchte Wand ist aus 230 mm dicken Kalksandsteinen gemauert. Beidseitig ist je 15 mm Kalkmörtel aufgebracht.

Das Flächengewicht im eingebauten Zustand beträgt ca. 450 kg/m².

Schallmeßergebnisse:

Die schalltechnischen Meßergebnisse dieser Wand sind in Zahlentafel 4 dargestellt.

Zahlentafel 4

Mittlere Schalldämmzahl (dB)			Luftschallschutzmaß (dB)
100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz	
43	57	50	+ 1

Die Werte sind an anderer Stelle gemessen.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalksandstein, 230 mm, $R = 1800 \text{ kg/m}^3$, $\lambda = 0,85 \text{ kcal/mh}^\circ$
 Kalkmörtel, 30 mm, $\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,23}{0,85} + \frac{0,03}{0,75} = \underline{\underline{0,31 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,30 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 103% des Sollwertes.

3.22 Außenwand

Die untersuchte Wand besteht aus 200 mm dickem dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), der außen mit 12 mm Kalkzementmörtel, innen mit 12 mm Kalkmörtel verputzt ist (s. Anlage 4, Abb. 1).

Das Raumgewicht im eingebauten Zustand beträgt ca. 850 kg/m^3 .

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"),

20 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkzementmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,20}{0,25} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,833 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,49 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{s. DIN 4108, Tafel 4,} \\ \text{bei } 220 \text{ kg/m}^2 \text{ Wandgewicht} \end{array} \right)$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt also 170% des Sollwertes.

3.23 Treppenhauswand

Ausführung und Wärmeberechnung wie 3.21.

3.3 Sonderberechnungen bzw. -messungen

3.31 Horizontaler Schnitt durch die Außenwand am Deckenauflager (s. Anlage 4, Abb. 1, Schnitt D-D).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"), 50 mm,	$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Beton, 150 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Kalkzementmörtel, 12 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Kalkmörtel, 12 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,05}{0,25} + \frac{0,15}{1,75} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,318 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 71% des Sollwertes.

3.32 Horizontaler Schnitt am Auflager der Balkonplatte über dem Fenstersturzkasten aus dampfgehärteten Porenbetonplatten ("Celonit") s. Anlage 4, Abb. 3, Schnitt E-E.

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitahlen λ betragen:

Beton, 200 mm,	$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Kalkzementmörtel, 12 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$
Kalkmörtel, 12 mm,	$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,20}{1,75} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,146 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 26% des Sollwertes.

3.33 Horizontaler Schnitt durch den Fenstersturz, der als Kasten aus dampfgehärteten Porenbetonplatten ("Celonit") ausgebildet ist. Der Innenraum ist mit Stahlbeton ausgefüllt (s. Anlage 4, Abb. 3, Schnitt F-F).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"),

je 50 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Beton, 100 mm,

$$\lambda = 1,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkzementmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Kalkmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^\circ$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\lambda} = \frac{0,10}{0,25} + \frac{0,10}{1,75} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,489 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 108% des Sollwertes.

3.34 Horizontaler Schnitt unter dem Traufgesims durch die Außenwand und die Ziegelsplittbetondecke (s. Anlage 5, Abb. 4, Schnitt G-G).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"),

50 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Ziegelsplittbeton, 150 mm,

$$\lambda = 0,50 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Kalkzementmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Kalkmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,05}{0,25} + \frac{0,15}{0,50} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,532 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl beträgt 118% des Sollwertes.

3.35 Horizontaler Schnitt durch den in der Außenwand eingebauten Speiseschrank (s. Anlage 5, Abb. 5, Schnitt H-H).

Wärmeberechnung:

Die Wärmeleitzahlen λ betragen:

Kalkzementmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

dampfgehärteter Porenbeton ("Celonit"),

10 mm,

$$\lambda = 0,25 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Kalkmörtel, 12 mm,

$$\lambda = 0,75 \text{ kcal/mh}^{\circ}$$

Daraus errechnet sich die Wärmedämmzahl

$$D = \frac{1}{\Lambda} = \frac{0,10}{0,25} + \frac{0,024}{0,75} = \underline{\underline{0,432 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

$$\underline{\underline{D_{\text{erf}} = 0,45 \text{ m}^2\text{h}^{\circ}/\text{kcal}}}$$

Die vorhandene Wärmedämmzahl erreicht nur 96% des Sollwertes.

- 3.36 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für Schalluntersuchungen auf 9 mm dicken Kork-Bitumenfilzmatten 25 mm Steinholz-Unterboden und ca. 10 mm magnesitgebundene "Zellulose"-Gehschicht

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 2, Kurve a)

Normtrittlautstärke (phon): 99

Trittschallschutzmaß (dB) : - 14

- 3.37 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für Schalluntersuchungen auf 10 mm Korksteinplatte 8 mm kunstharzgebundene Gehschicht.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 2, Kurve b)

Normtrittlautstärke (phon): 94

Trittschallschutzmaß (dB) : - 8

- 3.38 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für Schalluntersuchungen auf 9 mm dicken Kork-Bitumenfilzmatten 35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 2, Kurve c)

Normtrittlautstärke (phon): 97

Trittschallschutzmaß (dB) : - 11

- 3.39 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für Schalluntersuchungen auf 5 mm dicken Kork-Bitumenfilzmatten 35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 2, Kurve d)

Normtrittlautstärke (phon): 100

Trittschallschutzmaß (dB) : - 15

- 3.310 Rohdecke wie 3.11, darauf als Probelag für Schall-
untersuchungen auf 10 mm dicken Seegrasmaten ("Zosta")
35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve e)

Normtrittlautstärke (phon): 92

Trittschallschutzmaß (dB) : - 7

- 3.311 Rohdecke wie 3.11, darauf als Probelag für Schall-
untersuchungen auf 15 mm dicken Seegrasmaten ("Zosta-")
35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve f)

Normtrittlautstärke (phon): 92

Trittschallschutzmaß (dB) : - 7

- 3.312 Rohdecke wie 3.11, darauf als Probelag für Schall-
untersuchungen auf 20 mm dicken Seegrasmaten ("Zosta-")
35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve g)

Normtrittlautstärke (phon): 89

Trittschallschutzmaß (dB) : - 3

- 3.313 Rohdecke wie 3.11, darauf als Probelag für Schall-
untersuchungen auf 25 mm dicken Seegrasmaten ("Zosta-")
40 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve h)

Normtrittlautstärke (phon): 87

Trittschallschutzmaß (dB) : - 2

- 3.314 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für
Schalluntersuchungen auf 10 mm Sägespänegemisch
(System Krüger) 35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve i)

Normtrittlautstärke (phon): 102

Trittschallschutzmaß (dB) : - 18

- 3.315 Rohdecke wie 3.11, darauf als Proebelag für
Schalluntersuchungen auf Glaswolle ($g = 1000 \text{ g/m}^2$)
ca. 9 mm dicke mehrlagige Kork-Bitumenpappe ("Emfa"-)
und 35 mm Zementestrich.

Schallmeßergebnisse: (s. Anlage 3, Kurve k)

Normtrittlautstärke (phon): 88

Trittschallschutzmaß (dB) : - 3

4. Beurteilung

4.1 Luft- und Trittschall

4.11 Wohnungstrenndecken

Die bei den ECA-Bauten in Lübeck eingebaute Rippendecke mit Holzwollekörpern ist als Rohdecke schalltechnisch verhältnismäßig ungünstig. Das Trittschallspektrum der Rohdecke besitzt zwischen 700 und 1000 Hz eine ausgeprägte Resonanzstelle, die auch mit sonst wirkungsvollen Dämmschichten nicht zu beseitigen ist.

Besonders anzuerkennen sind die Bemühungen der Architekten, Fußbodenkonstruktionen mit einem ausreichenden Schallschutz auszuwählen. In den Lübecker ECA-Bauten wurden zehn Probeläge verlegt und deren schalltechnische Wirksamkeit untersucht. Der günstigste Trittschallschutz konnte bei der Rohdecke mit Zementestrich auf 20 bis 25 mm dicken Seegrass-Matten ("Zosta"), auf Glaswolleplatten (1000 g/m²) mit Bitumenfilzabdeckung und auf Glaswolleplatten (1500 g/m²) festgestellt werden. Aus wirtschaftlichen Gründen ist dann als Normalausführung 40 mm dicker Zementestrich auf 1500 g/m² Glaswolleplatten verlegt worden. Mit einer Norm-Trittlautstärke von 91 Phon besitzt diese Konstruktion ein Trittschallschutzmaß von - 5 dB. Die Luftschalldämmung der ausgeführten Deckenkonstruktion genügt ebenfalls nicht den Forderungen nach DIN 52211. Diese Ergebnisse sind in erster Linie auf die ungünstige Dämmung der Rohdecke zurückzuführen.

4.12 Wohnungstrennwände

Sämtliche Wohnungstrennwände sind aus 230 mm dicken Kalksandsteinen erbaut. Diese Wände genügen mit einem Luftschallschutzmaß von +1 dB den nach DIN 52211 gestellten Forderungen.

4.2 Wärmeschutz

4.21 Decken

Die als Wohnungstrenndecke ausgeführte Rippendecke mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen und Holzwolle-Füllkörpern ("Pieper-Decke") hat eine sehr gute Wärmedämmung. *Rohdecke?*

Die Kellerdecke liefert keine ausreichenden Wärmedämmwerte, obgleich die Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit") an sich gute wärmetechnische Eigenschaften besitzen. Da jedoch die Rohdecke nur 75 mm dick ist, reicht ein 45 mm dicker Stampfholzestrich mit 7 mm Gelschicht nicht aus, um die Wohnräume gegen den Keller hinreichend zu isolieren.

4.22 Wände

Alle Wände sind wärmetechnisch gute Konstruktionen

4.3 Zusammenfassung

Die Werte für die Schall- und Wärmedämmung sind in den Zahlentafeln 5 - 8 zusammengestellt. Die in den Tafeln angegebenen laufenden Nummern der Bauteile beziehen sich auf die Beschreibung, Abschnitt 3.

Die in Zahlentafel 5 angegebenen Werte stellen Mittelwerte aus jeweils 3 Messungen dar. Insgesamt wurden bei den ECA-Bauten in Lübeck 9 Luft- und 36 Trittschallmessungen durchgeführt.

In Zahlentafel 6 sind die Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall graphisch aufgetragen.

Zahlentafel 7 gibt eine Gegenüberstellung der berechneten und geforderten Wärmedämmwerte.

In Zahlentafel 8 sind die vorhandenen Wärmedämmwerte mit den geforderten Werten verglichen und graphisch dargestellt. Dabei ist die jeweilige geforderte Wärmedämmzahl $D_{\text{erf}} = 100\%$ gesetzt; Werte unter 100% genügen nicht den in DIN 4108 gestellten Anforderungen.

In den Schaubildern (Tafel 9 und 10) ist dargestellt, wieviel Prozent der vorhandenen Bauteile schall- bzw. wärmetechnisch gut oder schlecht ausgebildet sind.

Zahlentafel 5: Schallmeßergebnisse

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm-Tritt-laut-stärke (phon)	Mittlere Schalldämm-zahl (dB)			Tritt-schallschutzmaß (dB)	Luft-schallschutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.11	Rippendecke ("Pieper-Decke") mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen aus Stahlbeton, Platte 30 mm dick, kreuzweise bewehrt. Holz-wolle-Füllkörper sind unterseitig mit 15 mm Kalkmörtel verputzt	106	36	46	42	- 27	- 9
	Rohdecke wie vor mit 35 mm Zementestrich auf Glaswolle-matten ($g = 1500 \text{ g/m}^2$) als Fußbodenbelag	91	37	53	46	- 5	- 5
3.21	230 mm dicke Kalk-sandsteinwand. Beid-seitig je 15 mm Kalkmörtel	-	43	57	50	-	+ 1
3.36	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm Kork-Bitumenfilzmatten 25 mm Steinholz und ca. 10 mm Zellulose-Gehschicht	99	-	-	-	- 14	-
3.37	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm Korksteinplatten 8 mm Gehschicht	94	-	-	-	- 8	-
3.38	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm dicken Kork-Bitumen-filzmatten 35 mm Zementestrich	97	-	-	-	- 11	-
3.39	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 5 mm dicken Kork-Bitumen-filzmatten 35 mm Zementestrich	100	-	-	-	- 15	-


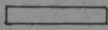


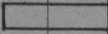
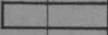


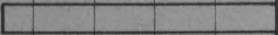

Zahlentafel 5: (Fortsetzung)

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Norm-Tritt-laut-stärke (phon)	Mittlere Schalldämm-zahl (dB)			Tritt-schallschutzmaß (dB)	Luft-schutzmaß (dB)
			100 - 550 Hz	550 - 3000 Hz	100 - 3000 Hz		
3.310	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 10 mm dicken Seegrasmatten 35 mm Zementestrich	92	-	-	-	- 7	-
3.311	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 15 mm dicken Seegrasmatten 35 mm Zementestrich	92	-	-	-	- 7	-
3.312	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 20 mm dicken Seegrasmatten 35 mm Zementestrich	89	-	-	-	- 3	-
3.313	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 25 mm dicken Seegrasmatten 35 mm Zementestrich	87	-	-	-	- 2	-
3.314	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 10 mm Sägespänegemisch 35 mm Zementestrich	102	-	-	-	- 18	-
3.315	Rohdecke wie 3.11, darauf auf Glaswolle ($g = 1000 \text{ g/m}^2$) ca. 9 mm dicke mehrlagige Korkbitumenpappe und 35 mm Zementestrich	88	-	-	-	- 3	-

Zahlentafel 6: Schallschutzmaße für Luft- und Trittschall

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutz- für Luftschall maße in dB für Trittschall											
		schlecht						gut					
		-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	4	8	12		
3.11	Rippendecke ("Pieper-Decke") mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen aus Stahlbeton, Platte 30 mm dick, kreuzweise bewehrt. Holzwolle-Füllkörper sind unterseitig mit 15 mm Kalkmörtel verputzt												
	Rohdecke wie vor mit 35 mm Zementestrich auf Glaswollematten ($g = 1500 \text{ g/m}^2$) als Fußbodenbelag												
3.21	230 mm dicke Kalksandsteinwand. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel												
3.36	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm Kork-Bitumenfilzmatten 25 mm Steinholz und ca. 10 mm Zellulose-Gehschicht												
3.37	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm Korksteinplatten 8 mm Gehschicht												
3.38	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 9 mm dicken Kork-Bitumenfilzmatten 35 mm Zementestrich												
3.39	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 5 mm dicken Kork-Bitumenfilzmatten 35 mm Zementestrich												

Zahlentafel 6: (Fortsetzung)

Nr.	Beschreibung der Konstruktion	Schallschutz-  für Luftschall maße in dB  für Trittschall									
		schlecht   gut									
		-24	-20	-16	-12	-8	-4	+4	+8	+12	
3.310	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 10 mm dicken Seegras- matten 35 mm Zementestrich										
3.311	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 15 mm dicken Seegras- matten 35 mm Zementestrich										
3.312	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 20 mm dicken Seegras- matten 35 mm Zementestrich										
3.313	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 25 mm dicken Seegras- matten 35 mm Zementestrich										
3.314	Rohdecke wie 3.11, darauf auf 10 mm Sägespänege- misch 35 mm Zementestrich										
3.315	Rohdecke wie 3.11, darauf auf Glaswolle ₂ ($g = 1000 \text{ g/m}^2$) ca. 9 mm dicke mehrlagige Kork- bitumenpappe und 35 mm Zementestrich										

Zahlentafel 7: Berechnete und geforderte Wärmedämmwerte

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($\text{m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$)	
			D _{berechnet}	D _{erforderlich}
3.11	Wohnungstrenn- decke	Rippendecke mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen aus Stahlbeton, Platte 30 mm dick, kreuzweise bewehrt. Holzwolle-Füllkörper sind unterseitig mit 15 mm dickem Kalkmörtel verputzt. Als Fußbodenbelag auf Glaswolle-matten ($g = 1500 \text{ g/m}^2$) 35 mm Zementestrich	1,024	0,55
3.12	Keller- decke	Auf 75 mm dicken, bewehrten Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit") 45 mm Steinholzestrich. Als Gehschicht ca. 7 mm Industrieboden ("Zellulose")	0,424	0,75
3.13	Dach	Stahlbetonplatte, 120 mm dick, Betonzuschlagstoff Ziegelsplitt. Unterseitig 15 mm Kalkmörtel. Als Belag auf doppeltem Asphaltanstrich 100 mm dicke Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"). Darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumen-Dachpappe	0,728	0,65
3.21	Wohnungstrenn- wand	230 mm dicke Kalksandsteinwand. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel	0,31	0,30
3.22	Außen- wand	Wand aus 200 mm dickem dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), außen 12 mm Kalkzement-, innen 12 mm Kalkmörtel	0,833	0,49

Zahlentafel 7: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmwerte D ($\text{m}^2\text{h}^\circ/\text{kcal}$)	
			D _{berechnet}	D _{erforderlich}
3.23	Treppenhauswand	Ausführung wie 3.21	0,31	0,30
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 1, Schnitt D-D. Horizontaler Schnitt am Deckenaufleger	0,318	0,45
3.32		s. Abb. 3, Schnitt E-E. Horizontaler Schnitt am Deckenaufleger	0,146	0,45
3.33		s. Abb. 3, Schnitt F-F. Horizontaler Schnitt durch Fenstersturz	0,489	0,45
3.34		s. Abb. 4, Schnitt G-G. Horizontaler Schnitt unter dem Traufgesims	0,532	0,45
3.35		s. Abb. 5, Schnitt H-H. Horizontaler Schnitt durch den Speiseschrank	0,432	0,45

Zahlentafel 8: Übersicht des rechnerisch ermittelten Wärmeschutzes

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht ← — — — → gut			
			-40	-80	+120	+160
3.11	Wohnungstrenn- decke	Rippendecke mit 30 mm breiten gekreuzten Rippen aus Stahlbeton, Platte 30 mm dick, kreuzweise bewehrt. Holzwole-Füllkörper sind unterseitig mit 15 mm dickem Kalkmörtel verputzt. Als Fußbodenbelag auf Glaswolematten ($g = 1500 \text{ g/m}^2$) 35 mm Zementestrich			186	
3.12	Keller- decke	Auf 75 mm dicken, bewehrten Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit") 45 mm Steinholzestrich. Als Gehschicht ca. 7 mm Industrieboden ("Zellulose")		57		
3.13	Dach	Stahlbetonplatte, 120 mm dick, Betonzuschlagstoff Ziegelsplitt. Unterseitig 15 mm Kalkmörtel. Als Belag auf doppeltem Asphaltanstrich 100 mm dicke Platten aus dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"). Darauf 20 mm Zementestrich und 2 Lagen Bitumen-Dachpappe			112	
3.21	Wohnungstrenn- wand	230 mm dicke Kalksandsteinwand. Beidseitig je 15 mm Kalkmörtel			103	
3.22	Außen- wand	Wand aus 200 mm dickem dampfgehärtetem Porenbeton ("Celonit"), außen 12 mm Kalkzement-, innen 12 mm Kalkmörtel			170	

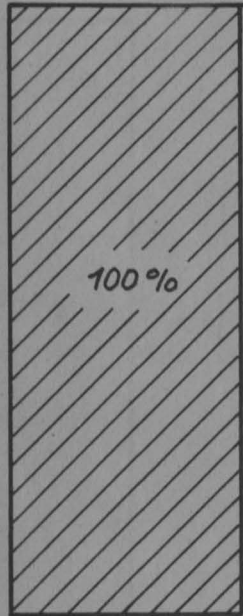
Zahlentafel 8: (Fortsetzung)

Nr.	Bauteil	Beschreibung der Konstruktion	Wärmedämmzahl $D = \frac{1}{\Lambda}$ in % $D_{\text{erf}} = 100\%$ schlecht $\leftarrow \bullet \rightarrow$ gut				
			-40	-80	+120	+160	
3.23	Treppenhauswand	Ausführung wie 3.21			103		
3.31	Sonderberechnungen	s. Abb. 1, Schnitt D-D. Horizontaler Schnitt am Deckenaufleger		71			
3.32		s. Abb. 3, Schnitt E-E. Horizontaler Schnitt am Deckenaufleger	26				
3.33		s. Abb. 3, Schnitt F-F. Horizontaler Schnitt durch Fenstersturz			108		
3.34		s. Abb. 4, Schnitt G-G. Horizontaler Schnitt unter dem Traufgesims			118		
3.35		s. Abb. 5, Schnitt H-H. Horizontaler Schnitt durch den Speiseschrank		96			

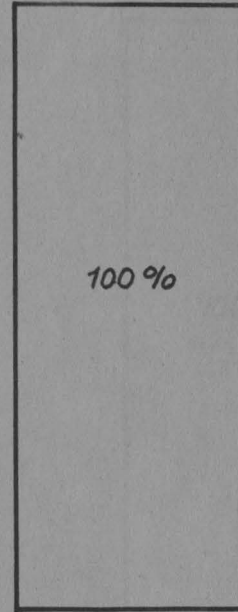
Die Bauausführung der ECA-Bauten in Lübeck in schalltechnischer Hinsicht

(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100 % gesetzt)

Luftschall:

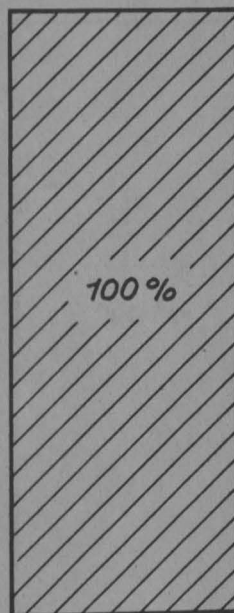


Wohnungstrenndecken

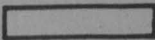



Wohnungstrennwände

Trittschall:

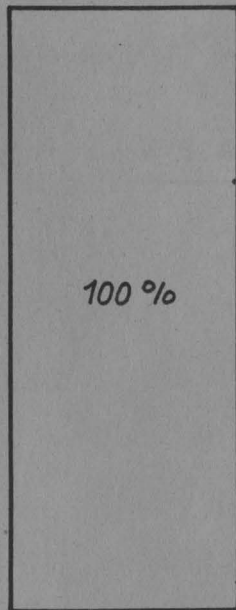


Wohnungstrenndecken

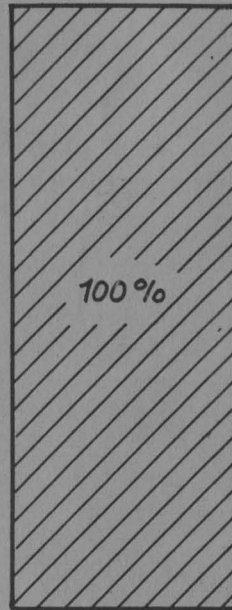
Schalltechnisch gut 
 schlecht 

Die Bauausführung der ECA-Bauten in Lübeck in wärmetechnischer Hinsicht

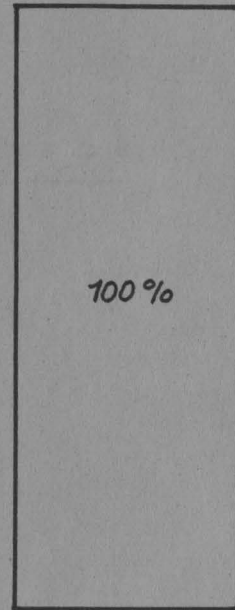
(Gesamtfläche der vorhandenen Bauteile = 100% gesetzt)



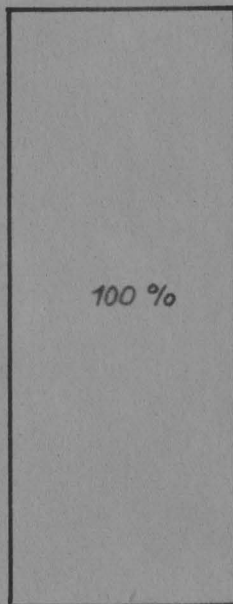
Wohnungstrenndecken



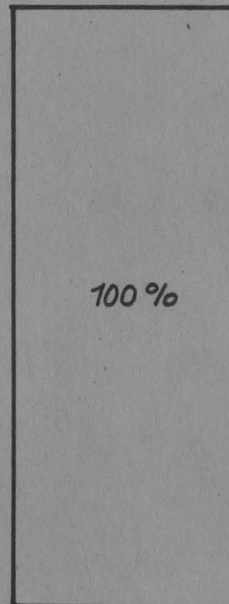
Kellerdecken



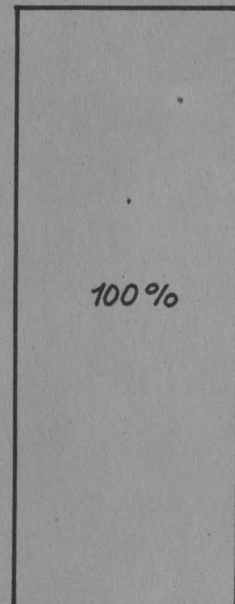
Decken unter nicht aus-
gebauten Dachgeschossen



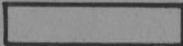

Wohnungstrennwände



Außenwände

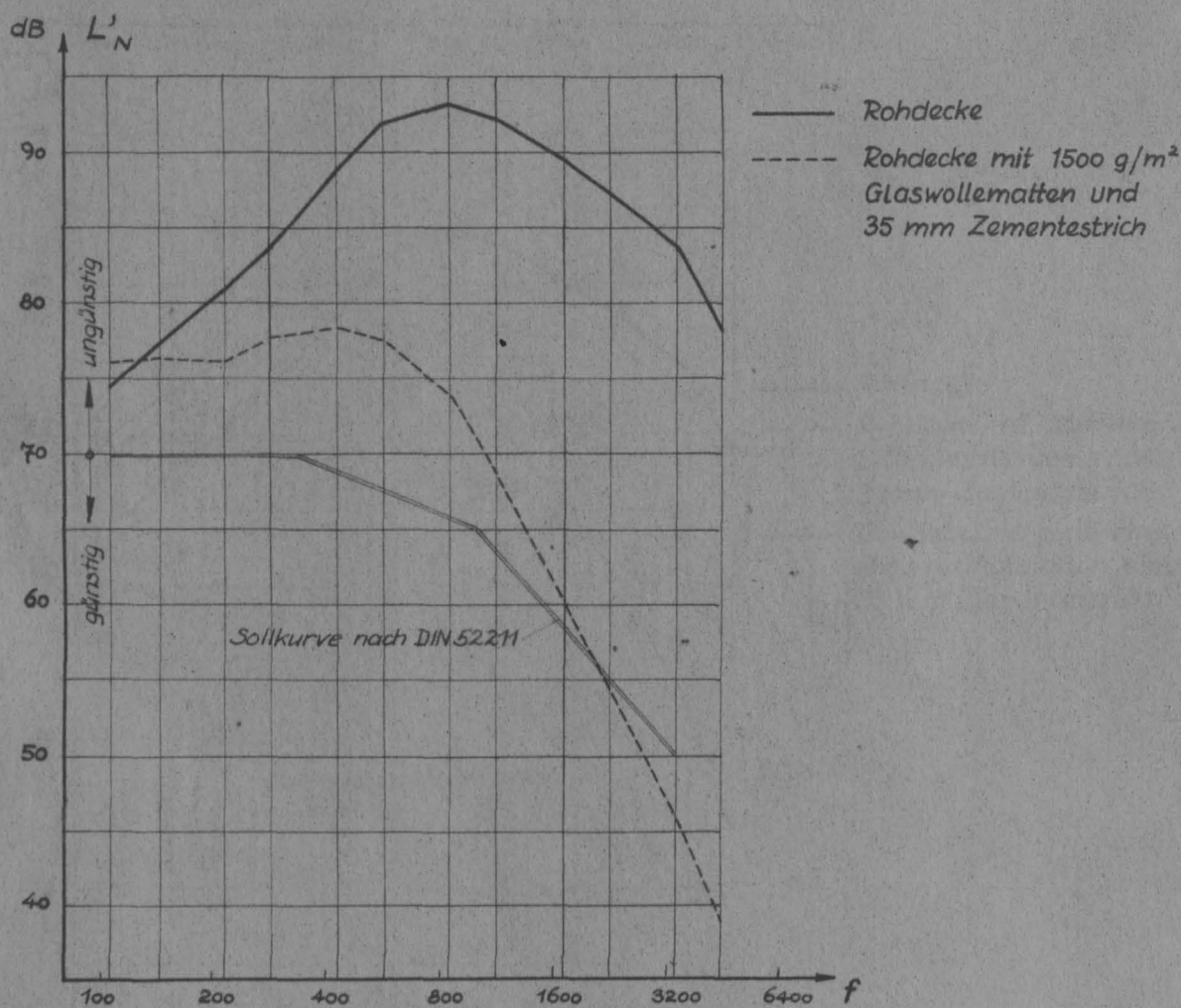
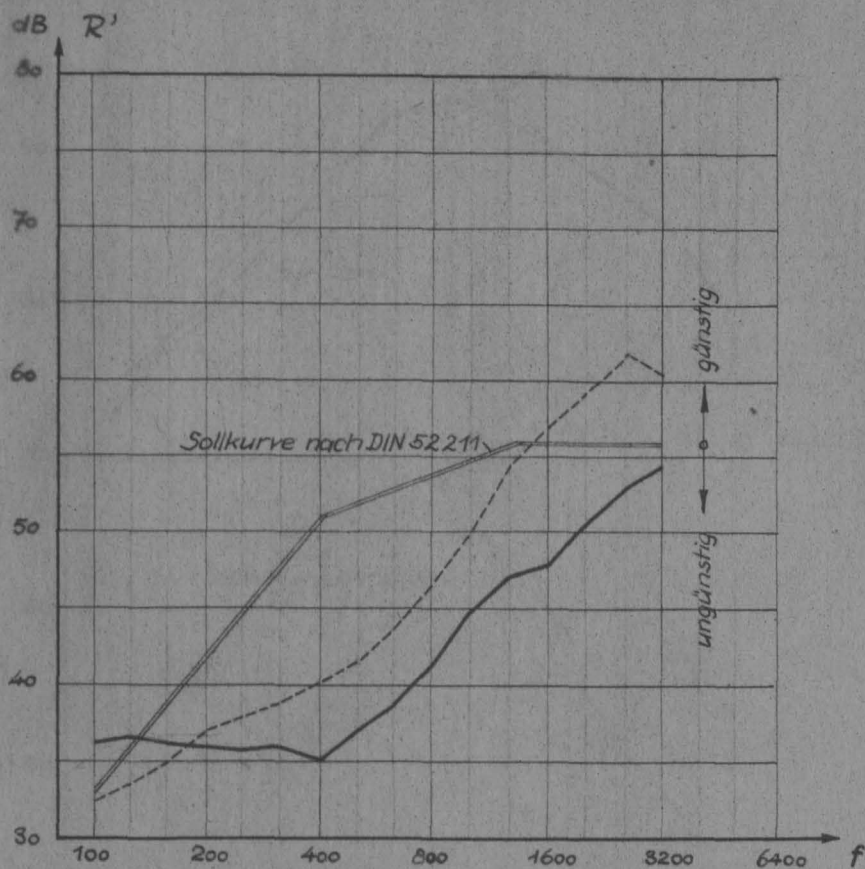


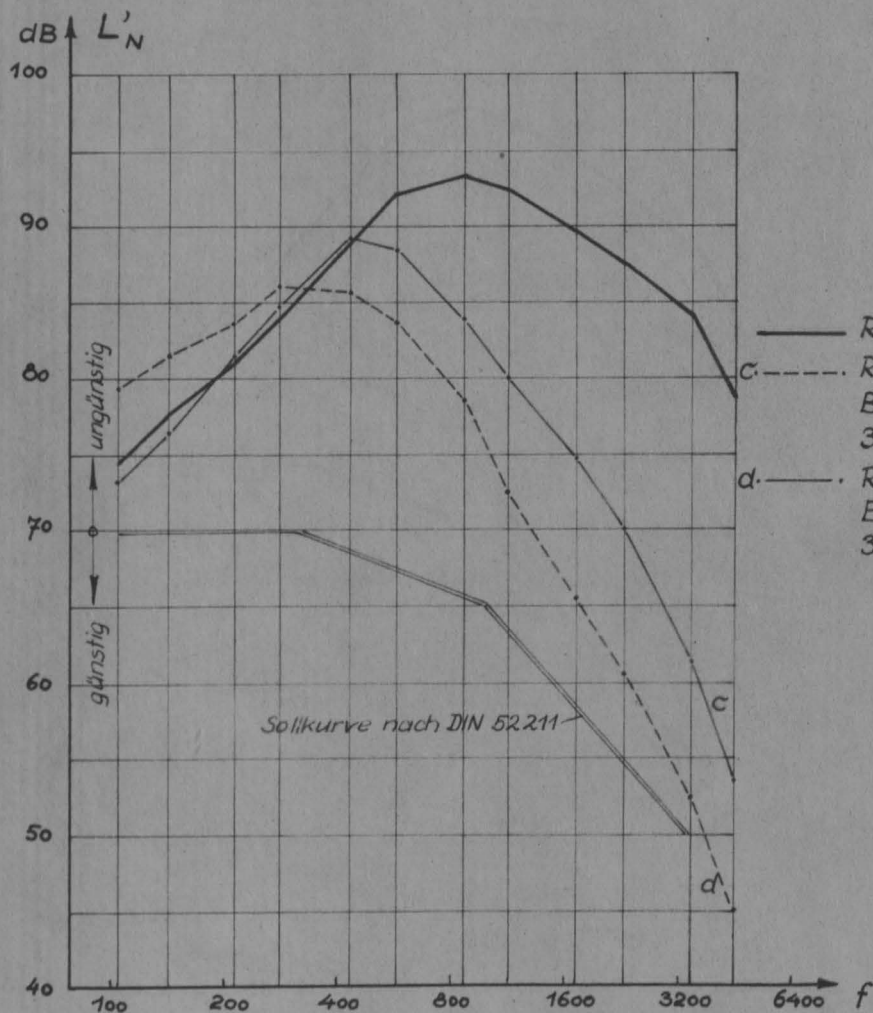
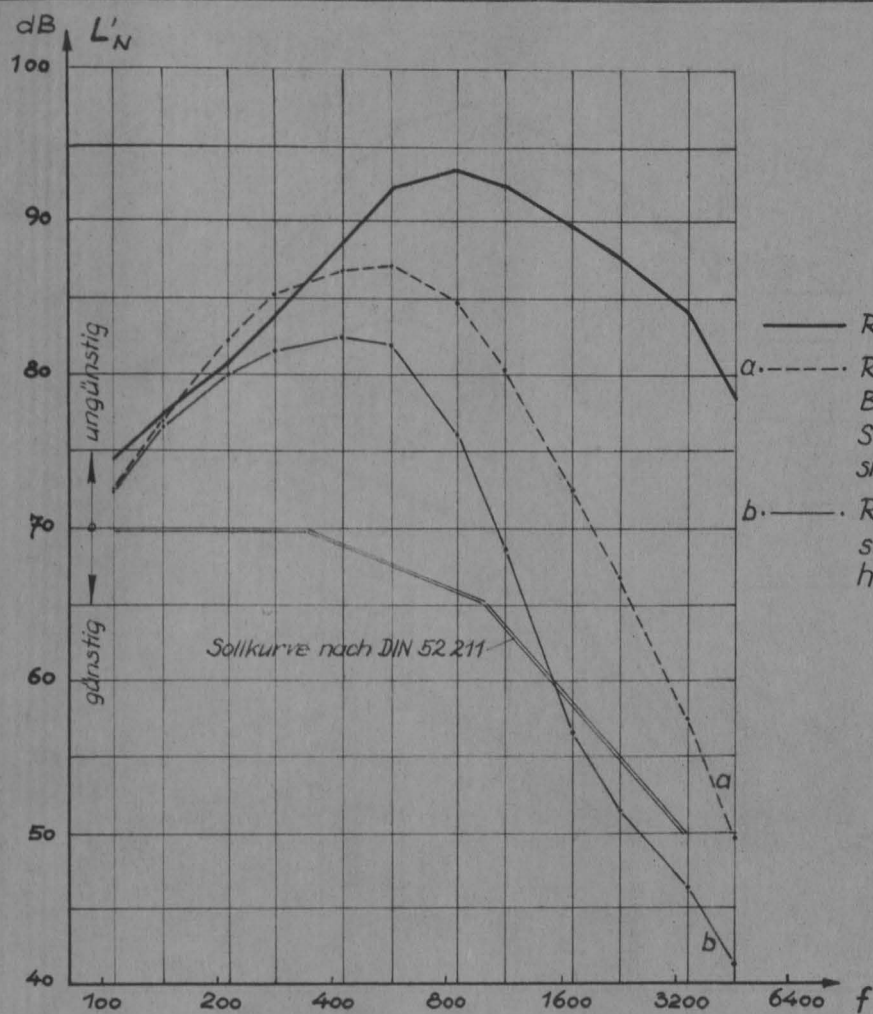
Treppenhauswände

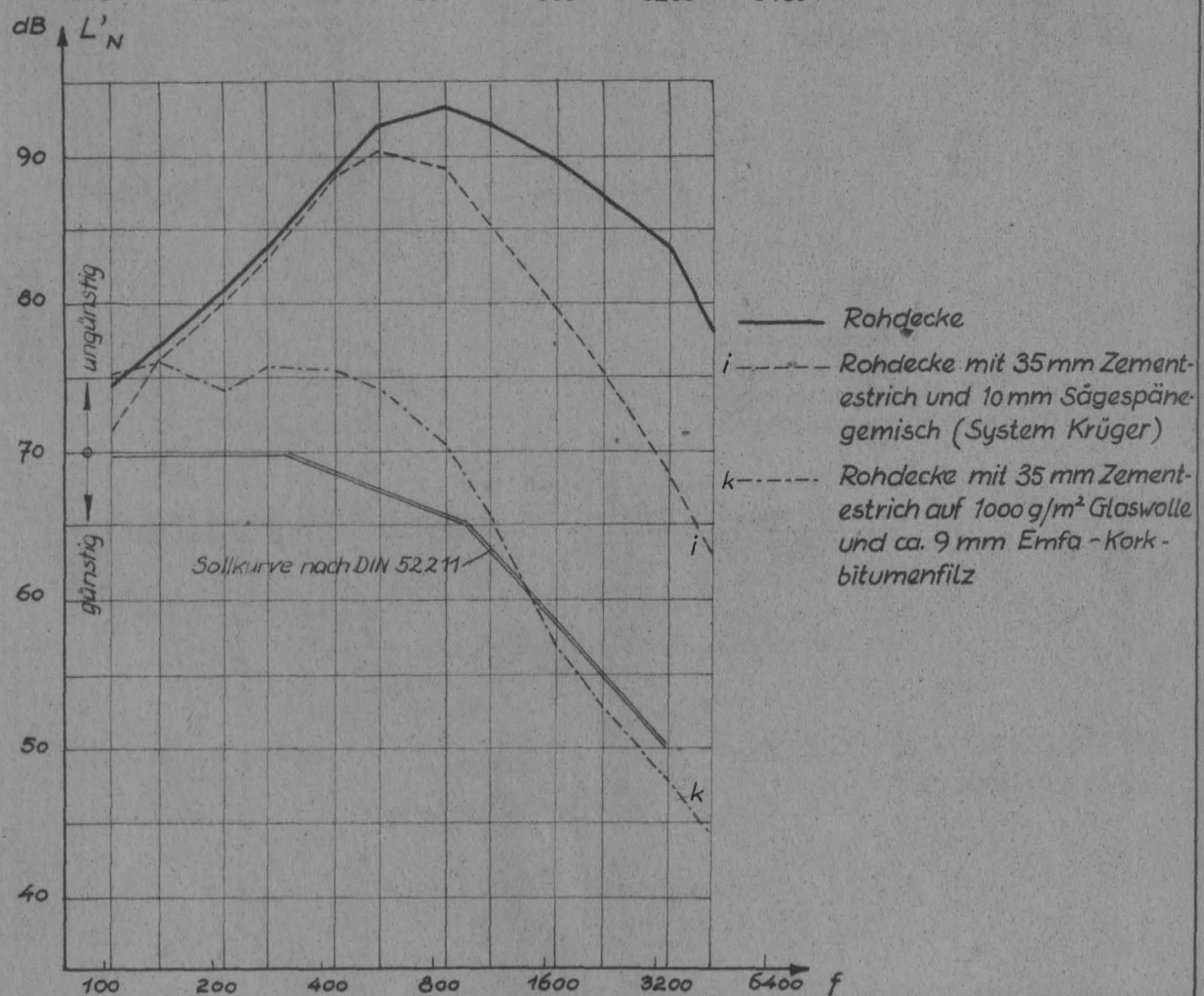
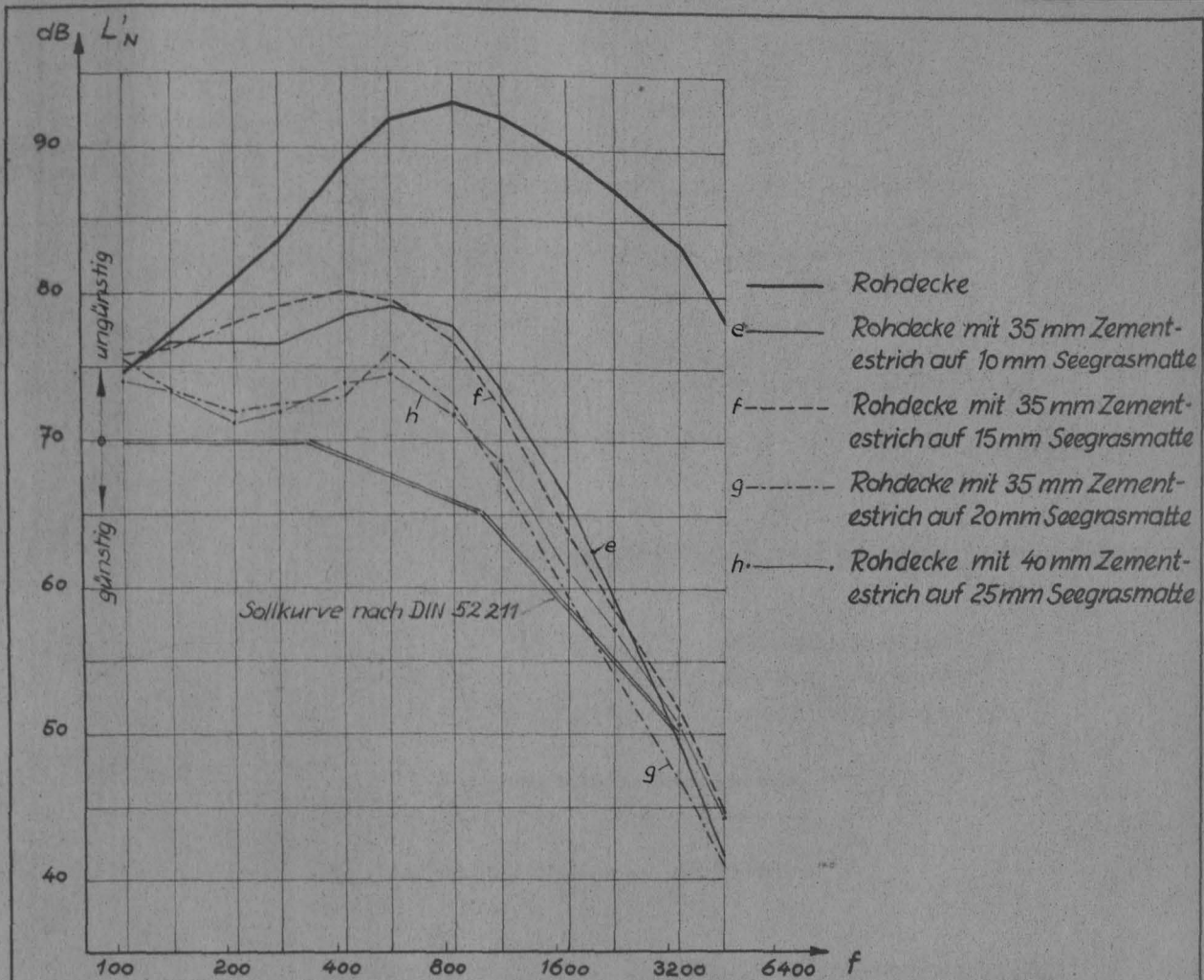
Wärmetechnisch gut 
 schlecht 

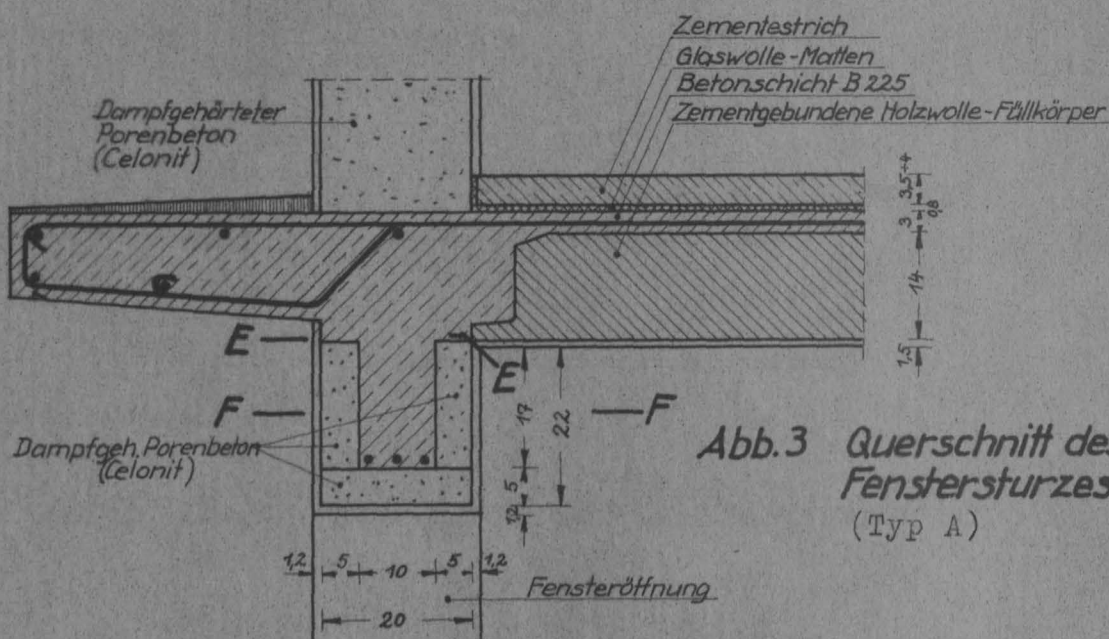
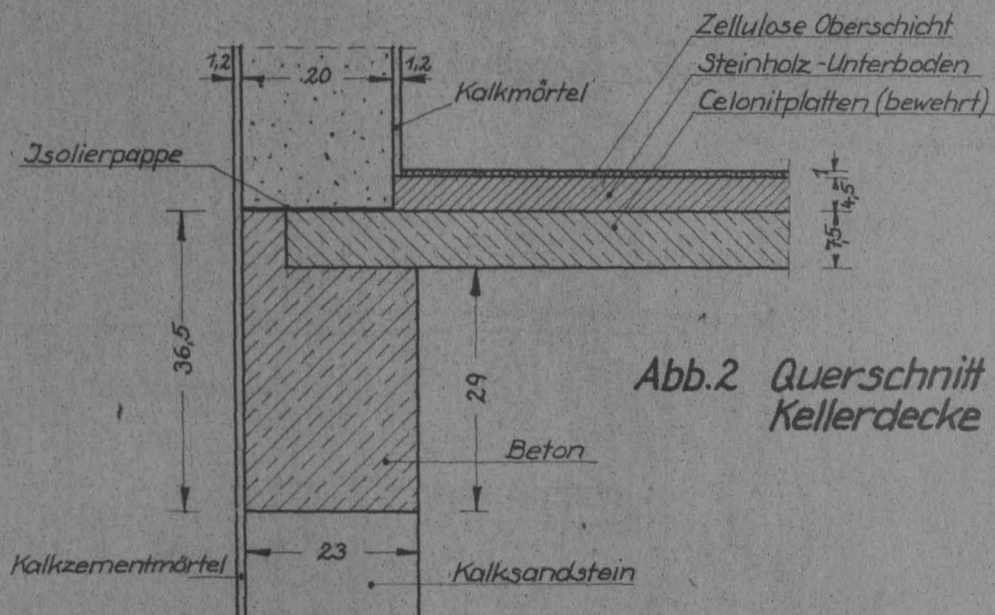
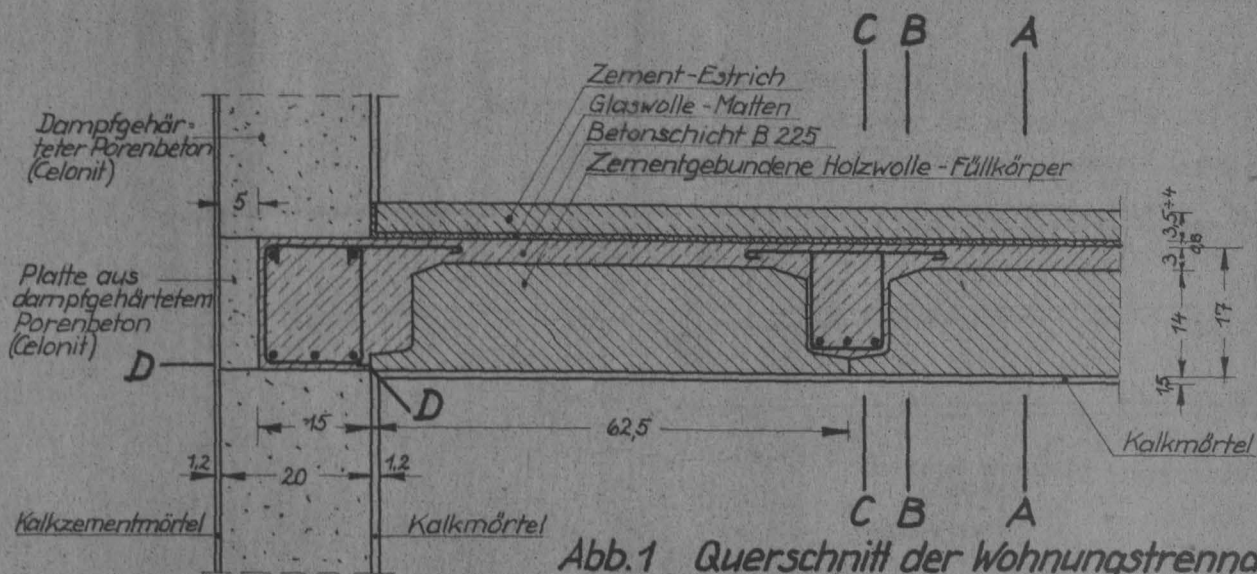
E C A - B a u t e n L ü b e c k

Anlagen 1 - 5









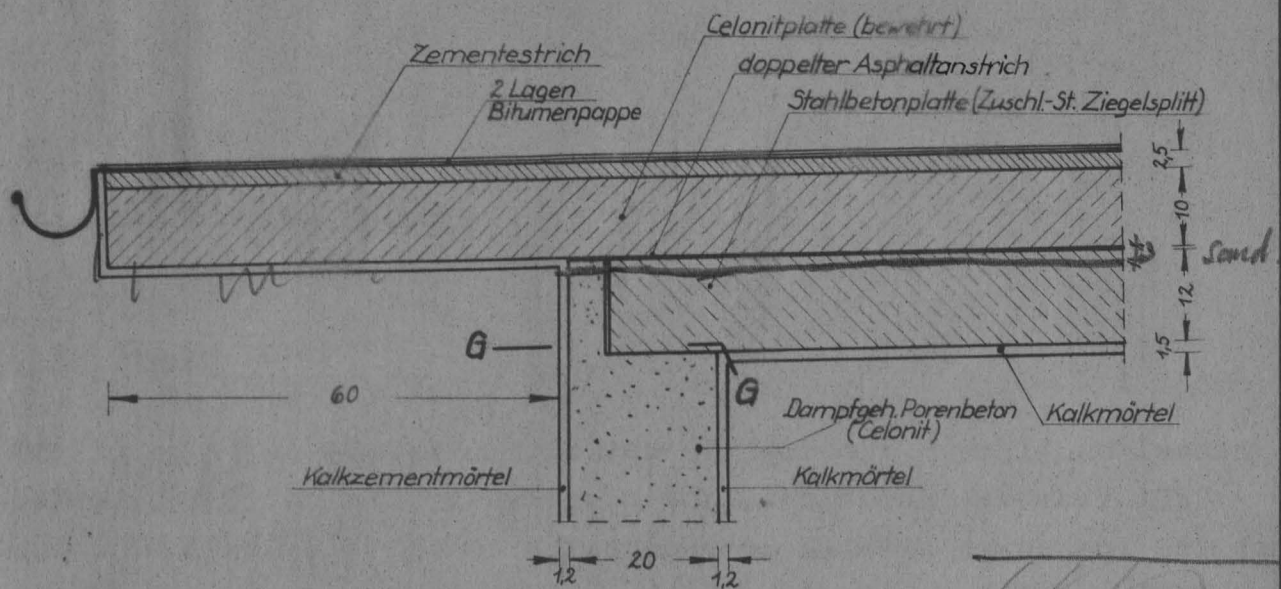


Abb.4 Dachquerschnitt (Typ A)

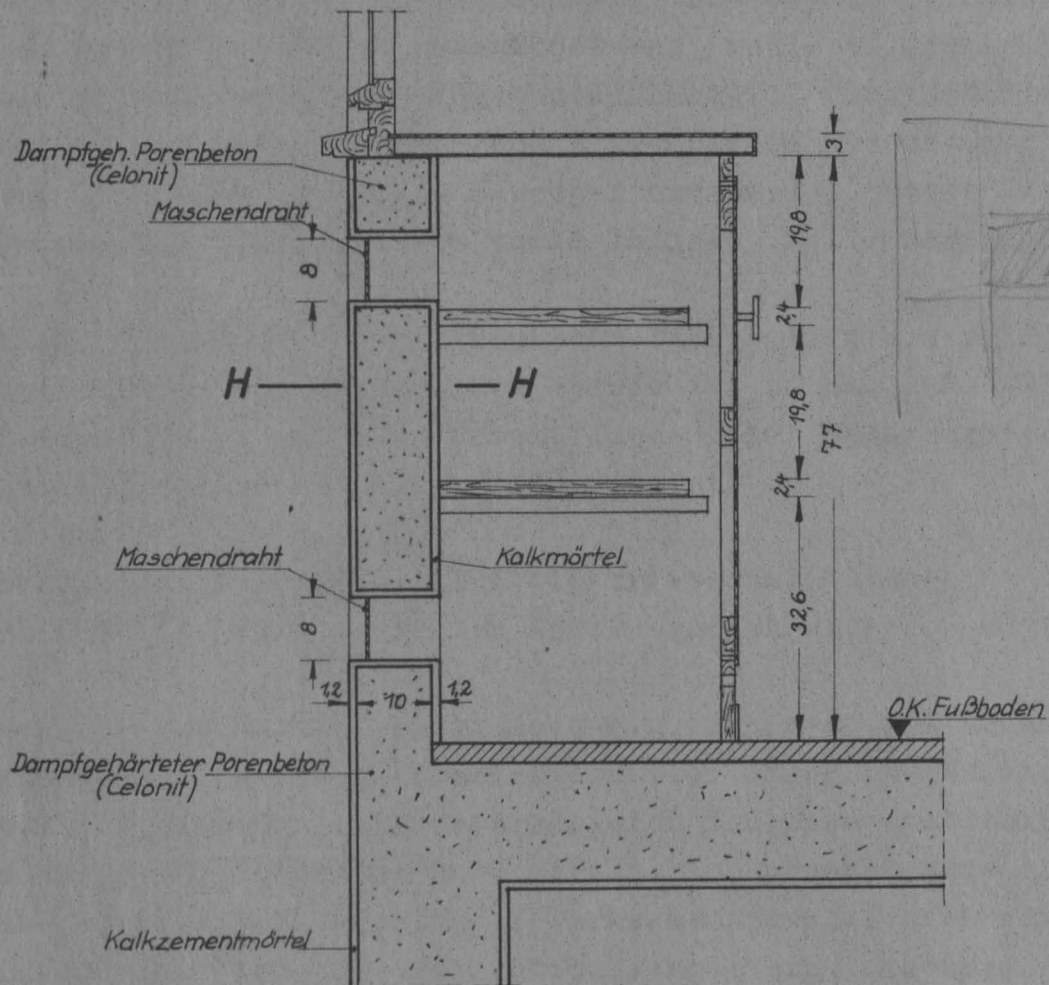


Abb.5 Querschnitt durch den Speiseschrank (Typ A)

6. Schlußfolgerungen

6.1 Schall

Die in den vorliegenden Berichten angegebenen schalltechnischen Meßergebnisse wurden im Zeitraum von August bis Dezember 1952 durch Baumessungen in den verschiedenen Städten gewonnen: Bei den ECA-Bauten in Bremen, Hannover und Krefeld war der Bauzustand bereits soweit fortgeschritten, daß nur der Schallschutz der wohnfertigen Decken untersucht werden konnte. Da die Raumanordnung bei einigen Haustypen in Braunschweig, Bremen und Hannover für bauakustische Messungen ungeeignet war, mußte in diesen Fällen auf die Untersuchung der eingebauten Bauteile verzichtet werden. Soweit vom Institut früher schalltechnische Messungen gleicher Bauteile an anderer Stelle durchgeführt waren, wurden diese Meßergebnisse angegeben; dies wurde in jedem Falle besonders vermerkt.

Eine zusammenfassende graphische Darstellung des Schallschutzes der Wohnungstrenndecken und -wände ist in dem Schaubild auf Seite 138 gegeben. Die Gesamtfläche aller untersuchten Decken bzw. Wände ist jeweils gleich 100% gesetzt.

Daraus ist zu ersehen, daß die Trittschalldämmung sämtlicher Wohnungstrenndecken nicht den Anforderungen nach DIN 52211 genügt.

Bei den ECA-Bauten in Braunschweig, Hannover und Lübeck wurde versucht, eine ausreichende Trittschalldämmung zu erzielen. In Braunschweig blieben die Maßnahmen durch fehlende Randisolierung der schwimmenden Estriche ohne Erfolg. In Hannover wurden zu dünne und daher nicht ausreichend wirksame Dämmschichten verwendet. In Lübeck ist eine schalltechnisch verhältnismäßig ungünstige Rohdecke eingebaut, die besonders hohe Anforderungen an die schalltechnische Wirkung der Beläge stellt. Bei den Bauten in Bremen und Krefeld wurden keine Dämmschichten verlegt.

Die Luftschalldämmung der Wohnungstrenndecken ist in Braunschweig und Bremen ausreichend. In Krefeld sind verschiedene Deckenkonstruktionen verlegt; der geforderte Luftschallschutz ist nur zum Teil vorhanden.

5 bis 10 cm dicke Zwischenwände, die in Bremen, Braunschweig, Hannover und Lübeck vorhanden sind, strahlen erheblich mehr Schall ab als dickere Wände und begünstigen dadurch die Schallübertragung über "Nebenwege". Die Dämmung der Decken und Wände, an welche diese dünnen Wände angrenzen, wird dadurch deutlich verschlechtert.

Der Luftschallschutz der Wohnungstrennwände ist nur in Lübeck ausreichend, in Krefeld werden die Anforderungen nur von einem Teil der eingebauten Wände erfüllt. In Hannover ist versucht worden, durch eine sinnvolle Grundrißanordnung Geräuschbelästigungen zwischen den Wohnungen zu vermeiden. Dies ist jedoch nur bedingt erreicht worden.

6.2 Wärme

Das Ergebnis der durchgeführten Wärmeberechnungen ist in dem Schaubild auf Seite 139 dargestellt. Die Gesamtfläche aller untersuchten Decken bzw. Wände ist jeweils gleich 100% gesetzt.

Die Mehrzahl der Decken erreicht nicht die nach DIN 4108 geforderten Wärmedämmwerte, da die verwendeten Beläge als Wärmeisolierung für die wohnfertigen Decken meist nicht ausreichen.

Die fehlende äußere Wärmeisolierung, beispielsweise bei einem Teil der als Raumabschluß dienenden Flachdächer der ECA-Bauten in Bremen und Hannover, kann leicht Anlaß zu ernsthaften Bauschäden geben.

Bis auf die aus Ziegelsplittbeton geschütteten Wände bei den ECA-Bauten in Krefeld, die den geforderten Wärmedämmwert nur unwesentlich unterschreiten, sind alle untersuchten Wände zumindest wärmetechnisch ausreichend - zum Großteil wegen der Verwendung von Hohlblocksteinen und Porenbeton besonders gut.

Die Sonderberechnungen zeigen, daß bei allen ECA-Bauten Wärmebrücken vorhanden sind, die durch geringfügige Konstruktionsänderungen hätten vermieden werden können.

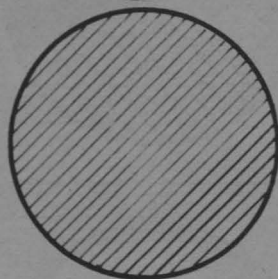
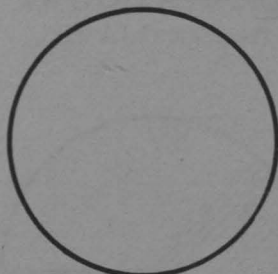
Schallschutz der Wohnungstrenndecken und -Wände

DECKEN

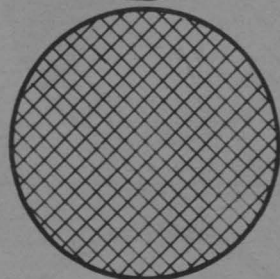
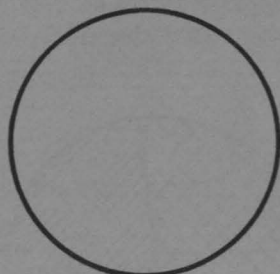
Luft-
schall

Tritt-
schall

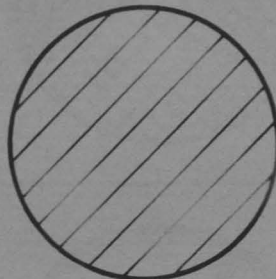
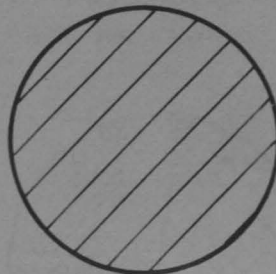
Braunschweig
285 Wohnungen



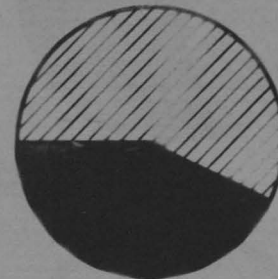
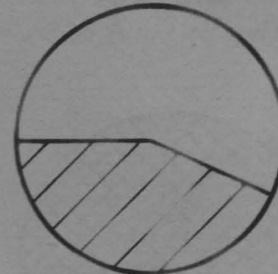
Bremen
256 Wohnungen



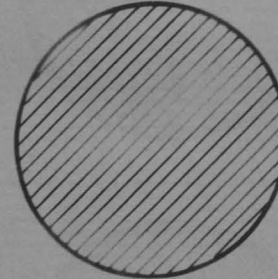
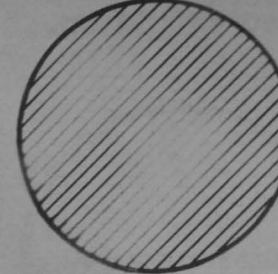
Hannover
285 Wohnungen



Krefeld
226 Wohnungen

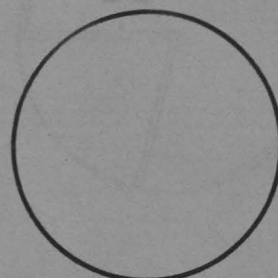
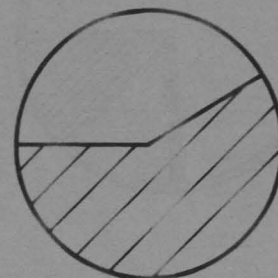
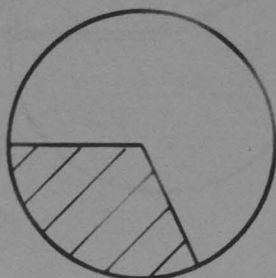
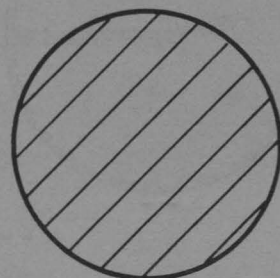
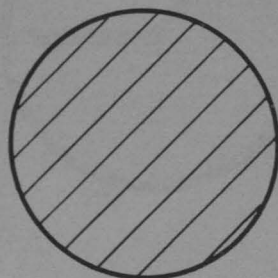


Lübeck
216 Wohnungen

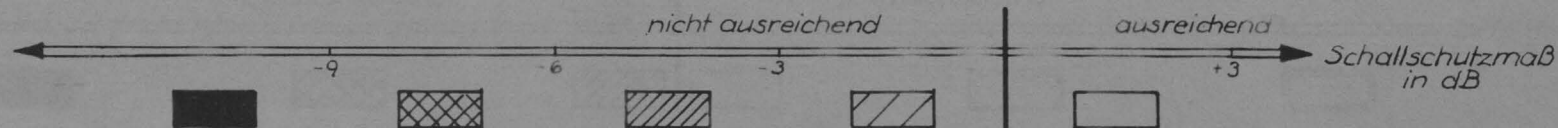


WÄNDE

Luft-
schall



Institut
für Baustoffkunde
und Materialprüfung
T. H. Braunschweig



Wärmeschutz der Decken und Wände

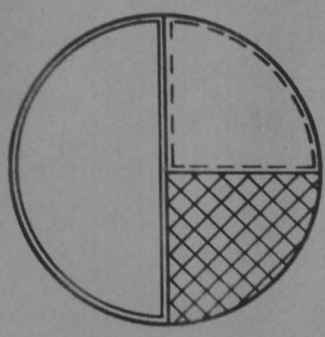
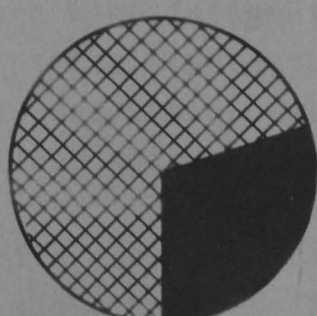
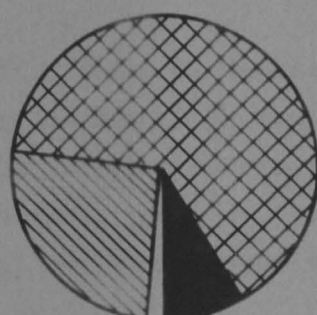
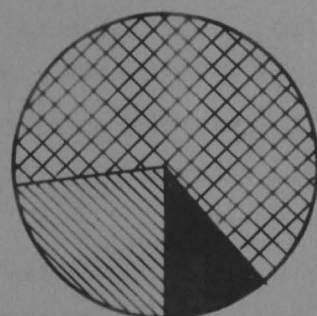
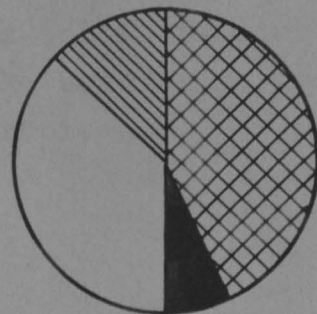
Braunschweig
285 Wohnungen

Bremen
256 Wohnungen

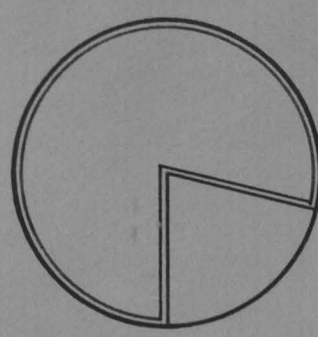
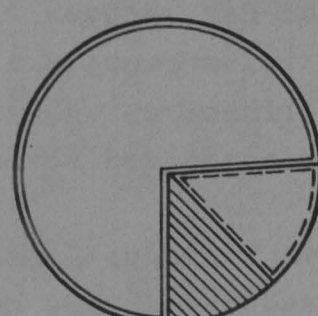
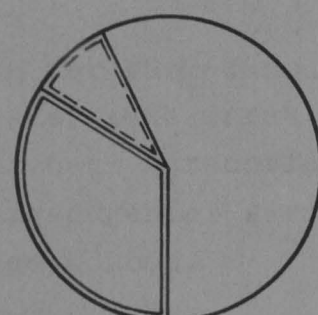
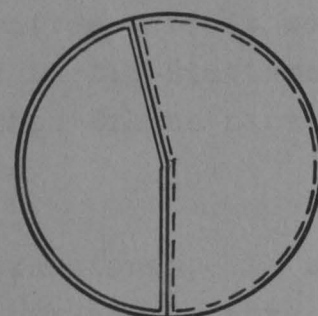
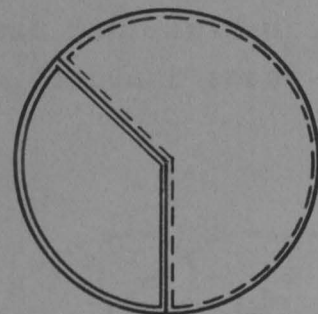
Hannover
285 Wohnungen

Krefeld
226 Wohnungen

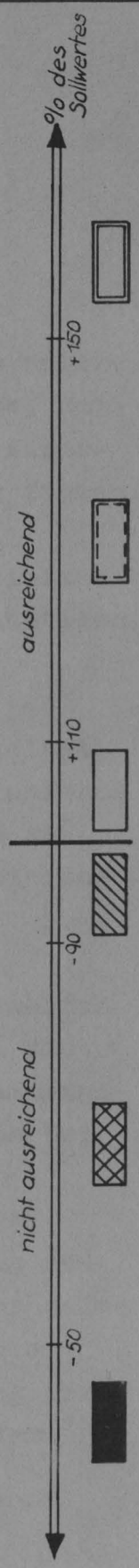
Lübeck
216 Wohnungen



Decken



Wände



Institut
für Baustoffkunde
und Materialprüfung
T. H. Braunschweig

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei den untersuchten ECA-Entwicklungsbauten in Braunschweig, Bremen, Hannover, Krefeld und Lübeck die Fragen des Schall- und Wärmeschutzes vielfach keine hinreichende Berücksichtigung fanden.

Der größtenteils unzureichende Schallschutz führt zu Lärmbelästigungen, die das Wohlbefinden der Mieter beeinträchtigen, ihre Gesundheit und Leistungsfähigkeit verringern.

Der Aufwand für eine Verbesserung der Wärmedämmung, selbst über die ausreichenden Werte hinaus, wäre durch die laufende Einsparung von Heizungskosten durchaus gerechtfertigt gewesen. Bauschäden, die infolge ungenügender Wärmeisolierung auftreten, hätten vermieden werden können.

Bei zukünftigen Bauvorhaben müssen, auch wenn die Entwerfenden von baupolizeilichen Vorschriften befreit werden, die hinreichend veröffentlichten und in DIN-Blättern zusammengefaßten, neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse schon bei der Planung berücksichtigt werden.

Da bei der Vielzahl der Baukonstruktionen, die ständig neu entwickelt werden, der Einzelne nur schwer ihre Eigenschaften richtig beurteilen kann, sollten die dazu eingerichteten Bauforschungs-Institute nicht erst mit der Beurteilung fertiger Bauwerke beauftragt werden, sondern schon bei der Planung mitarbeiten.

Krüger